



# Наукові записки

**Тернопільського національного  
педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка**

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

**Серія: біологія**



Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2016. — № 1 (65). — 166 с.

*Друкується за рішенням вченої ради  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка  
від 22.03.2016 р. (протокол № 8)*

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

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

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

*Збірник входить до переліку наукових фахових видань ВАК України  
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009  
У березні 2016 р. збірник пройшов 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

ББК 28  
H 34

Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.  
Series: Biology. – 2016. - № 1 (65). – 166 p.

*Published by the decision of the Academic Council  
of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
from 22 March 2016 (protocol № 8)*

#### **EDITORIAL BOARD:**

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

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

*The collection is listed in professional publications of Higher Attestation Commission of Ukraine  
Certificate of State Registration: KB № 15884-4356P from October 27, 2009  
In March the state registration of the collection was renewed for the next five-year period  
(according to the order № 241 of the Ministry of Education and Science of Ukraine  
from 09 March 2016, position № 82)*

ББК 28  
H 34

Ukrainian, Russian and Latin plant and animal terms are cited according to the author's version

© Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

## ЗМІСТ

### БОТАНІКА

- Я. Ю. БУБЛИК  
КСИЛОТРОФНІ ДИСКОМІЦЕТИ ДЕРЕВНИХ СУБСТРАТІВ РОДИНИ  
*BETULACEAE* S.F. GRAY. НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО  
ПАРКУ «СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ» ..... 6
- М. Є. ГАЙДУКЕВИЧ, М. О. ЛИСЕНКО  
ДЕНДРОФЛОРА ШЕПАРІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА  
(ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКЕ МЕЖИРІЧЧЯ): ЇЇ АНАЛІЗ ТА ОХОРОНА..... 12
- І. Д. ГРИГОРЧУК, Т. М. СУПРОВИЧ  
АНАЛІЗ ФІТОНЦИДНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН  
В УМОВАХ М. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО..... 19
- В. М. ЛАВРІНЕНКО  
*LONICERA NIGRA* L. - АВТОХТОННИЙ ВИД ФЛОРИ УКРАЇНИ ..... 24
- Л. П. ЛИСОГОР  
АНАЛІЗ АДВЕНТИВНОЇ ФРАКЦІЇ ПЕРЕЛОГІВ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я..... 29

### ГІДРОБІОЛОГІЯ

- О. О. БЄДУНКОВА, В. О. КОНОНЧУК  
ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД  
ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ РІЧКИ УСТЯ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ..... 33
- Н. О. КРАСУЦЬКА, Ю. С. ІВАСЮК  
СЕЗОННІ ТА ТЕМПЕРАТУРО-ЗАЛЕЖНІ ЗМІНИ У СИСТЕМІ «МОЛІОСК  
*VIVIPARUS VIVIPARUS* – ТРЕМАТОДА *CERCARIA PUGNAX*»..... 39
- Д. П. ЛАРІОНОВА  
ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА МІКРОФІТОБЕНТОСУ РУСАНІВСЬКОГО  
КАНАЛУ (м. КИЇВ) ..... 47
- А. А. ЯВНЮК, Н. Л. ШЕВЦОВА, Д. І. ГУДКОВ  
АНОМАЛІЇ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО З ВОДОЙМ  
ЧОРНОБІЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЗА УМОВ ДОДАТКОВОГО  
ГОСТРОГО ЙОНІЗУВАЛЬНОГО ОПРОМІНЕННЯ..... 51

### ЕКОЛОГІЯ

- О. Я. БУЖДИГАН, О. В. БАГЛЕЙ, С. С. РУДЕНКО, Н. М. МАРКІВ  
ВПЛИВ *AMBROSIA ARTEMISIFOLIA* L. НА РОЗВИТОК РОСЛИН АГРАРНИХ  
ТА ЛУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ..... 61
- О. В. ГУЛАЙ  
РЕАКЦІЯ БАКТЕРІЙ *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE*  
НА АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ РОСЛИН *ELODEA CANADENSIS* MICHX. .... 67
- В. В. ІВАНЦІВ, Л. В. БУСЛЕНКО, П. С. СИДОРЧУК  
ДОЩОВІ ЧЕРВ'ЯКИ (*OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE*)  
ГІДРОМОРФНИХ ҐРУНТІВ КРЕМЕНЕЦЬКИХ ГІР І ВОРОНЯКІВ..... 73
- В. Г. КУР'ЯТА, О. О. КРАВЕЦЬ  
ДІЯ ЕСФОНУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ І МОРФОГЕНЕЗ ТОМАТИВ..... 80
- С. О. ПРИПЛАВКО, В. М. ГАВІЙ  
ПОРІВНЯЛЬНИЙ ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ КОРНЕВІН НА ВКОРІНЕННЯ ЖИВЦІВ  
СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИСАДЖУВАННЯ ..... 86

## ЗМІСТ

С. В. СКОК ВПЛИВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ М. ХЕРСОНА .....	90
В. П. СТЕФУРАК, С. П. НАКОНЕЧНА, О. В. БАСКЕВИЧ МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ ДІЇ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОІНДИКАТОРІВ .....	95
О. М. ФЕДУН ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ОРНИТОФАУНИ ОЧИСНИХ СПОРУД М. ЧЕРНІГОВА У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД .....	101
<b>БІОХІМІЯ</b>	
Г. Б. ГУЛЯЄВА, О. О. ЛИТВИНЧУК ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗБУДНИКА ПЛЯМИСТОСТІ ПЕРЦЮ <i>XANTHOMONAS VESICATORIA</i> НА АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ .....	106
Т. С. КОМШУК КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ОКРЕМИМИ СТРУКТУРАМИ ЛІКВОРНОЇ СИСТЕМИ .....	114
І. М. НЕЗБРИЦЬКА, А. В. КУРЕЙШЕВИЧ, О. В. ВАСИЛЕНКО, О. І. БОДНАР ЗМІНИ ДЕЯКИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПРЕДСТАВНИКІВ <i>CHLOROPHYTA</i> ТА <i>CYANOPROKARYOTA</i> ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР .....	121
О. О. РАБЧЕНЮК, В. Я. БИЯК, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ АКТИВНІСТЬ ТРАНСАМІНАЗ В ОРГАНІЗМІ ПРІСНОВОДНИХ РИБ ЗА ДІЇ ЙОНІВ ЗАЛІЗА .....	130
<b>ОГЛЯДИ</b>	
О. М. ЗАГРИЧУК, Н. М. ДРОБИК <i>DESCHAMPSIA ANTARCTICA</i> DESV.: ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДУ, ЙОГО ПОШИРЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ДО ІСНУВАННЯ В УМОВАХ АНТАРКТИКИ .....	135
<b>РЕЦЕНЗІЇ</b>	
ФЛОРА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ .....	146
<b>ВТРАТИ ОСВІТИ І НАУКИ</b> .....	150
<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ</b> .....	154
<b>АВТОРИ НОМЕРА</b> .....	164

# БОТАНІКА

УДК 582.28

Я. Ю. БУБЛИК

Державний природознавчий музей НАН України  
вул. Театральна, 18, Львів, 79008

## **КСИЛОТРОФНІ ДИСКОМІЦЕТИ ДЕРЕВНИХ СУБСТРАТІВ РОДИНИ *BETULACEAE* S.F. GRAY. НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ»**

Представлено результати досліджень біоти ксилотрофних дискоміцетів на відмерлій деревині представників родини *Betulaceae* S.F. Gray. та їхньої субстратної приуроченості в національному природному парку «Сколівські Бескиди». Наведено історію досліджень за цією тематикою. Всього ідентифіковано 16 видів ксилотрофних дискоміцетів на 5 деревних субстратах (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench, *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. і *Corylus avellana* L.). Встановлено, що найбільш спеціалізованим серед ксилотрофних дискоміцетів є рід *Mollisia* sp., який представлений п'ятьма видами на деревних субстратах видів роду *Betula* L. Виявлено приуроченість ксилотрофних дискоміцетів до фракцій субстрату, а також їхню присутність на різних стадіях деструкції деревини.

*Ключові слова:* Сколівські Бескиди, ксилотрофні дискоміцети, *Betulaceae* S.F. Gray., субстратна спеціалізація

Ксилотрофні гриби – найбільш ефективні деструктори відмерлих деревних рослин, лісового відпаду, заготовлених лісоматеріалів, дерев'яних споруд і предметів. Надзвичайно важлива роль цих грибів у розщепленні целюлози, лігніну та інших сполук, що входять до складу деревини [1].

Найбільш великою, проте досі недостатньо вивченою групою серед усіх ксилотрофних грибів є сумчасті (відділ **Ascomycota**), які беруть участь у деструкції деревного субстрату. Дискоміцети не є окремим таксоном в межах **Ascomycota**, під цією назвою поєднані декілька еволюційно незалежних груп грибів, яка характеризується відкритими плодовими тілами – апотеціями та специфічним апікальним апаратом сумок [2].

Приуроченість ксилотрофних грибів до деревного субстрату є «головним законом розподілу сапрофітних грибів». У більшості випадків під субстратною спеціалізацією розуміють приуроченість плодових тіл гриба до субстрату певного роду рослин. Для більшості видів ксилотрофних грибів значущим є не видова, а саме родова приналежність деревини [3].

Поява субстратної спеціалізації ксилотрофних грибів має певні причини, в основі яких лежать: спосіб поширення, наявність ферментів, відношення до складу деревини і кори, історично усталений зв'язок з деревом-субстратом. Конкретні механізми, що забезпечують субстратну спеціалізацію, до нашого часу не з'ясовані, тим не менш наявна вибірковість на сьогодні, багатьма вченими визначається як філогенетичний результат коєволюції рослин і грибів [7].

Лісові екосистеми національного природного парку «Сколівські Бескиди» займають 88,4%. Основними лісотвірними породами є *Fagus sylvatica* L., *Picea abies* (L.) H.Karst. та *Abies*

*alba* Mill. Найбільші площі становлять хвойні деревостани (55,6%) з переважанням в них *Picea abies* (72,6%) та *Abies alba* (26,3%). Листяні ліси займають 43,4% з домінуванням у них *Fagus sylvatica* (98,3%). Незначні площі в парку становлять ліси з домінуванням *Carpinus betulus* L. (14 га), серед м'яколистяних порід домінують насадження *Alnus incana* (L.) Moench та *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – 139 га. Деревостани з перевагою у складі *Betula pendula* Roth. займають 77 га. Чагарникові угруповання з домінуванням *Corylus avellana* L. – приблизно 1 га.

**Історія досліджень.** Аналіз літературних джерел показав, що даній темі присвячено лише декілька публікацій. Так, у 1961 році було запропоновано ключ для визначення 11 видів родини Sclerotiniaceae, які були виявлені на видах *Alnus* Mill. [13]. Пізніше в Норвегії було описано шість видів з роду *Ciboria* Fuckel на деревних рослинах родини *Betulaceae* S.F. Gray. і п'ять видів з родини *Sclerotiniaceae* Whetzel на *Betula pendula* Roth. та *Alnus glutinosa* L. Gaertn. [13]. Е. Куторга у 1989 р. ідентифікував 47 дискосміцетних грибів, знайдених на різних частинах видів роду *Alnus* Mill. [15].

У Болгарії було проведено подібне дослідження на деревному субстраті рослин видів родини *Betulaceae* S.F. Gray., в результаті чого на *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. та *Corylus avellana* L. загалом виявлено 34 види дискосміцетів [9, 10]. У Швеції було ідентифіковано 50 видів дискосміцетів на мертвій деревині видів *Alnus* Mill. [17].

Метою роботи було вивчення таксономічного різноманіття та субстратної спеціалізації ксилотрофних дискосміцетів на мертвій деревині представників родини *Betulaceae* S.F. Gray. на території НПП «Сколівські Бескиди».

#### Матеріал і методи досліджень

Збір зразків ксилотрофних дискосміцетів проводили протягом осені 2012-2014 рр. у різних частинах національного природного парку «Сколівські Бескиди». Зібрані зразки плодівих тіл дискосміцетів були інсеровані до гербарію кафедри ботаніки біологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка (LW).

Для ідентифікації зразків були залучені роботи та визначники [4, 5, 8, 11], а також атлас «Fungi of Switzerland». Сучасні назви грибів узгоджено з 10-м виданням «Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi» (2008) та номенклатурною базою даних «CABI Bioscience Databases. Index fungorum» (<http://www.indexfungorum.org>).

#### Результати досліджень та їх обговорення

Загалом виявлено 16 видів ксилотрофних дискосміцетів, що належать до 11 родів, 5 родин, 3 порядків, 3 підкласів, 3 класів (*Leotiomycetes* O. E. Erikss. et Winka; *Pezizomycetes* O. E. Erikss. et Winka; *Orbiliomycetes* O. E. Erikss. et Baral), а також до анаморфних грибів *incertae sedis*, які входять до груп порядків дискосміцетів.

Аналіз таксономічної структури показав, що серед класів ксилотрофних дискосміцетів найбільшим є *Leotiomycetes*, у якому налічується 14 видів. Класи *Pezizomycetes* та *Orbiliomycetes* представлені по одному виду. На рівні родин найчисленнішими є *Hyaloscyphaceae* (7 видів) і *Helotiaceae* Rehm (6 видів). Лише по одному виду виявлено в родинях *Bulgariaceae* Fr., *Orbiliaceae* Nannf. та *Ryponemataceae* Corda. Нижче наведено систематичний конспект біоти ксилотрофних дискосміцетів, виявлених у представників родини *Betulaceae* S.F. Gray. на території НПП «Сколівські Бескиди»:

Відділ *ASCOMYCOTA* Bold ex Caval.-Sm.

Підвідділ *Pezizomycotina* O.E. Erikss. et Winka

Клас *LEOTIOMYCETES* Eriksson et Winka, 1997

Підклас *Leotiomycetidae* Eriksson et Winka, 1997

Порядок *Helotiales* Nannf.

Родина *Bulgariaceae* Fr.

1. *Bulgaria inquinans* (Pers.) Fr.

Родина *Helotiaceae* Rehm

2. *Ascocoryne cylichnium* (Tul.) Korf

3. *A. scocoryne sarcoides* (Jacq.) J.W. Groves et D.E. Wilson + анаморфа *Coryne sarcoides* (Jacq.) Tul.

4. *Bisporella citrina* (Batsch) Korf et S.E. Carp.

5. *Neobulgaria pura* (Pers.) Petr.

Helotiales incertae sedis

6. *Pseudospiropes obclavatus* M.B. Ellis

Helotiaceae incertae sedis

7. *Strossmayeria basitricha* (Sacc.) Dennis

Родина Hyaloscyphaceae Nannf.

8. *Dematioscypha dematiicola* (Berk. et Broome) Svrcek в стадії анаморфи *Lauriomyces catenatus* (Preuss) R.F. Castañeda et W.B. Kendr.

9. *Polydesmia pruinosa* (Berk. et Broome) Boud.

10. *Mollisia cinerea*-complex

11. *M. submelaena* (Rehm) Declercq

12. *M. villosa* (Aebi) inéd.

13. *M. ventosa* P. Karst.

14. *Mollisia* sp.

Клас PEZIZOMYCETES O.E. Erikss. et Winka, 1997

Підклас Pezizomycetidae O.E. Erikss. et Winka, 1997

Порядок Pezizales J. Schröt in Engler et Prantl

Родина Pyronemataceae Corda

15. *Scutellinia scutellata* (L.: Fr.) Lambotte

Клас ORBILIOMYCETES O. E. Erikss. et Baral, 2003

Підклас Orbiliomycetidae O. E. Erikss. et Baral, 2003

Порядок Orbiliales Baral, O. E. Erikss., G. Marson et E. Weber

Родина Orbiliaceae Nannf.

16. *Orbilia leucostigma* (Fr.) Fr. (= *Orbilia xanthostigma* (Fr.) Fr.)

Аналіз субстратних уподобань ксилотрофних дискосмітетів НПП «Сколівські Бескиди» показав, що види були виявлені на 5 деревних субстратах з родини Betulaceae S.F. Gray.: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. та *Corylus avellana* L. Найбільша кількість видів (по 5) пов'язана з мертвою деревиною *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. та *Betula pendula* Roth., а рід *Mollisia* найбільш приурочений до деревини видів роду *Betula* L. (таблиця).

Таблиця

Розподіл ксилотрофних дискосмітетів на деревних субстратах видів родини Betulaceae S.F. Gray.

№	Назва деревного субстрату	Назва виду
1	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Ascocoryne cylichnium</i>
		<i>Ascocoryne sarcoides</i>
		<i>Bisporella citrina</i>
		<i>Dematioscypha dematiicola</i>
		<i>Scutellinia scutellata</i>
2	<i>Alnus incana</i>	<i>Neobulgaria pura</i>
3	<i>Betula pendula</i>	<i>Mollisia cinerea</i> -complex
		<i>Mollisia submelaena</i>
		<i>Mollisia villosa</i>
		<i>Mollisia ventosa</i>
		<i>Mollisia</i> sp.
4	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Bulgaria inquinans</i>
		<i>Strossmayeria basitricha</i>
		<i>Polydesmia pruinosa</i>
		<i>Orbilia leucostigma</i>
5	<i>Corylus avellana</i>	<i>Bisporella citrina</i>
		<i>Pseudospiropes obclavatus</i>

Дослідження приуроченості видів ксилотрофних дискосмітетів до розвитку на різних фракціях (розміру) субстрату показали, що на крупній фракції (стовбури, пеньки) трапляються



8 видів із досліджуваної біоти (*Pseudospiropes obclavatus*, *Strossmayeria basitricha*, *Scutellinia scutellata*, *Ascocoryne cylichnium*, *A. sarcoides*, *Dematioscypha dematiicola*, *Mollisia cinerea*, *Orbilina leucostigma*), на дрібній фракції (гілки) – 2 види (*Polydesmia pruinosa*, *Mollisia* sp.), а 6 видів ідентифіковані на обох фракціях, тобто і на крупному і на дрібному субстратах (*Neobulgaria pura*, *Bulgaria inquinans*, *Bisporella citrina*, *Mollisia submelaena*, *M. ventosa*, *M. villosa*).

Вивчення спеціалізації по стадіях деструкції деревини (за шкалою Гордієнка) виявило присутність ксилотрофних дискосміцетів на всіх стадіях розкладання деревного субстрату, причому найбільшу кількість видів знайдено на IV стадії – 5 видів з роду *Mollisia* (*M. cinerea*-complex, *M. submelaena*, *M. villosa*, *M. ventosa* та *M. sp.*), 2 види з роду *Ascocoryne* (*A. cylichnium* і *A. Sarcoides*) і по 1 виду з родів *Bisporella* (*B. citrina*), *Pseudospiropes* (*P. obclavatus*), *Dematioscypha* (*D. dematiicola*), *Scutellinia* (*S. scutellata*) та *Orbilina* (*O. leucostigma*). На II стадії розкладання деревного субстрату знайдено *Bulgaria inquinans*, *Neobulgaria pura* та *Polydesmia pruinosa*. Перші два з перелічених вище видів зафіксовано і на I стадії деструкції. На III стадії виявлено *Bisporella citrina* та анаморфний гриб *Strossmayeria basitricha*.

### Висновки

Загалом на території національного природного парку «Сколівські Бескиди» виявлено 16 видів ксилотрофних дискосміцетів на 5 деревних субстратах з родини *Betulaceae* S.F. Gray.: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. та *Corylus avellana* L. Найбільшу кількість видів (по 5) ідентифіковано на деревині *Alnus glutinosa* L. та *Betula pendula* Roth. Встановлено, що рід *Mollisia* sp. найбільш приурочений до деревини представників роду *Betula* L. На крупній фракції субстрату (стовбури, пеньки) виявлено 8 видів із досліджуваної біоти, на дрібній (гілки) фракції – 2 види. Всього 6 видів ідентифіковано на двох типах фракцій субстратів, тобто як і на крупній, так і на дрібній. Найбільшу кількість видів (12) зафіксовано на IV стадії розкладання деревного субстрату, на II стадії – 3 види, на I та III стадіях – по 2 види.

1. Антоняк Г. Л. Екологія грибів: монографія // [Г. Л. Антоняк, З. І. Калинець-Мамчур, І. О. Дудка та ін.]. — Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013. — 628 с.
2. Зикова М. Дискосміцети національного природного парку «Голосіївський» / М. Зикова, В. Джаган // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Біологія. — 2011. — Т. 57. — С. 9—12.
3. Сафонов М.А. Структура сообществ ксилотрофных грибов / М.А. Сафонов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — 271 с.
4. Смицкая М.Ф. Флора грибов Украины. Оперкулятные дискосміцеты / М.Ф. Смицкая. — Киев: Наук. думка, 1980. — 222 с.
5. Райтвир А.Г. Порядок Helotiales / А.Г. Райтвир // Низшие растения, грибы и мохообразные Советского Дальнего Востока. Грибы. Т. 2: Аскомицеты: Эризифальные, клавиципитальные, гелоциальные. — Л.: Наука, 1991. — С. 254—363.
6. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th ed. / Ed. P.M. Kirk et al. — Wallingford (UK): CAB International, 2008. — 485 p.
7. Burdon J.J., Thrall P.H. Spatial and temporal patterns in coevolving plant and pathogen associations // *Am. Nat.* — V. 153. — 1999. — P. 515—533.
8. Dennis R.W.G. *British Ascomycetes*. 2<sup>nd</sup> edition / R.W.G. Dennis. — Vaduz: J. Cramer, 1978. — 485 p.
9. Dimitrova E. Discomycetous Fungi of the Leotiales found on the *Betulaceae* in Bulgaria / E. Dimitrova // *Turk. J. Bot.* — 2002. — N° 26. — P. 253—258.
10. Dimitrova E. Bulgarian *Pezizales*: diversity, distribution and ecology / E. Dimitrova, M. Gyosheva // *Phytologia Balcanica*. — N° 15 (1). — Sofia, 2009. — 13—28.
11. Ellis M.B. *Microfungi on land plants. An identification handbook*. New enlarged edition / M.B. Ellis, P. Ellis. — The Richmond Publishing Co. Ltd. — 1997. — 869 p.
12. *Fungi of Switzerland*. Vol. 1. *Ascomycetes* / Ed. J. Breitenbach, F. Kranzlin. — Luzern: Mycologia, 1984. — 310 p.
13. Groves J.W. Self-fertility in the Sclerotiniaceae / J.W. Groves, M.E. Elliott // *Can. J. Bot.* — 1961. — N°39. — P. 215—231.
14. *CABI Bioscience Databases. Index fungorum* [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://www.indexfungorum.org>
15. Kutorga E. *Discomycetes inhabiting various parts of Alnus*. Scripta / E. Kutorga // *Mycol.* — 1989. — N 17. — P. 66.
16. *Nordic Macromycetes*. Vol. 1. *Ascomycetes* / Ed. L. Hansen, H. Knudsen. — Denmark, 2000. — 308 p.

17. *Senn-Irlet B.* Saprobic fungi on wood and litter of *Alnus alnobetula* in the Swiss Alps / [B. Senn-Irlet, R. Murner, E. Martina et al.] // *Mycotaxon*. — 2012. — 120:506. — P. 1—34.
18. *Schumacher T.* A guide to the amenticolous species of the genus *Ciboria* in Norway / T. Schumacher // *Norw. J. Bot.* — 1978. — N° 25 (2). — P. 145—155.
19. *Schumacher T.* New or noteworthy discomycetes. 1. Some stromatic fungi on *Alnus* or *Betula* / T. Schumacher // *Mycotaxon*. — 1990. — N° 38. — P. 233—239.

*Я. Ю. Бублик*

Государственный природоведческий музей НАН Украины

КСИЛОТРОФНЫЕ ДИСКОМИЦЕТЫ ДРЕВЕСНЫХ СУБСТРАТОВ СЕМЕЙСТВА  
*BETULACEAE* S.F. GRAY. НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА  
«СКОЛЕВСКИЕ БЕСКИДЫ»

Представлены результаты исследований биоты ксилотрофных дискомицетов на отмершей древесине представителей семейства *Betulaceae* S.F. Gray. и их субстратной приуроченности в национальном природном парке «Сколевские Бескиды». Приведено историю исследований по этой тематике. Всего идентифицировано 16 видов ксилотрофных дискомицетов на 5 древесных субстратах (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench, *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. і *Corylus avellana* L.). Установлено, что наиболее специализированным среди ксилотрофных дискомицетов является род *Mollisia* sp., который представлен пятью видами на древесных субстратах рода *Betula* L. Выявлено приуроченность ксилотрофных дискомицетов по фракции субстрата, а также их присутствие на различных стадиях деструкции древесины.

*Ключевые слова:* Сколевские Бескиды, ксилотрофные дискомицеты, *Betulaceae* S.F. Gray., субстратная специализация

*Ya. Yu. Bublyk*

State Natural History Museum of the NAS of Ukraine

XYLOTROPHIC DISCOMYCETES OF WOOD SUBSTRATES OF THE FAMILY *BETULACEAE*  
S.F. GRAY. IN THE NATIONAL NATURAL PARK «SKOLIVSKI BESKYDY»

Dead wood is important for biodiversity in forested ecosystems because it contains many microhabitats for different organisms. Wood-decay fungi are one of the most prominent organism groups among those dependent on woody debris. Wood-decay fungi have key-roles in the ecology of nemoral and boreal forests because they are the major agents of wood decomposition and nutrient cycling. Drastical decrease of the amount of woody debris in forests threatens biodiversity. The community structure of wood-inhabiting fungi is changed with mass loss of wood, but the relationship between substrate quality and decomposers is poorly investigated.

Discomycetes is a former taxonomic class of Ascomycete fungi which contains all of the cup, sponge, brain, and some club-like fungi. It includes typical cup fungi like the scarlet elf cup and the orange peel fungus, and fungi with fruiting bodies of more unusual shape. A common feature of Discomycetes are the asci, which are typically produced on the surface of cup-like fruiting bodies. In most discomycetes, each ascus contains eight sexual spores that are forcibly discharged into the air when mature.

The fungal diversity of Ukraine is still insufficiently and unevenly investigated. There is an exclusive situation concerning the National Natural Park «Skolivski Beskydy» territory.

This research is a continuation of a series of publications devoted to biological diversity and ecological features of sac fungi including xylotrophic discomycetes in the forest ecosystems of the NNP «Skolivski Beskydy».

Due to this research we make a further contribution to the fungal diversity investigation in the Skolivski Beskydy region. The study continues the research of the fungal diversity in the forest ecosystems of the NNP «Skolivski Beskydy».

The National Natural Park «Skolivski Beskydy» is located in the Subcarpathian upland region of the Ukrainian Carpathian Mountains within the boundaries of Skole, Drohobych, and Turka districts of Lviv region. They are located in the basins of the Stryi and the Opir rivers.

Their absolute heights range from 600 to 1200 metres. The climate of the NNP «Skolivski Beskydy» is mild, moderately warm and humid. Winter is characterised by frequent thaws and the

temperature ranging from 0°C to +5°C. The average temperature in January is about -5°C, in July – +17°C. The annual precipitation is 800-1100 mm. The average thickness of the snow cover is 39 cm.

On the territory of the National Natural Park «Skolivski Beskydy» one can still find the remains of pure beech forests and spruce fir forest stands, the totality of which occupies the highest position in the relief of the National Park. There are rare beech, sycamore and alder forests on some ridges. The most common on the territory are fir, spruce, beech-fir, and spruce-fir-beech forests with occasional sycamore and grey alder forests.

The research was conducted during the autumn period of 2012–2014 by following the expeditionary-geographical method. The specimens of xylophilic discomycetes were collected by the author. The specimens of xylophilic discomycetes are deposited in the herbarium of the Lviv National University named after Ivan Franko (LW).

The study was conducted only in the forest ecosystems. Attention was paid to xylophilic discomycetes on wood and bark of decaying tree species of the family Betulaceae. The following indexes have been registered in this research: wood substrate, stages of degradation of dead wood and the size of wood substrate.

The nomenclature of the species follows the Index Fungorum database.

The analysis of available literature has shown that there are few publications devoted to this subject. J.W. Groves and M.E. Elliott proposed a key for 11 discomycetous species of the family Sclerotiniaceae found on *Alnus* flowers and fruits. E. Kutorga identified 47 discomycetous fungi found on the various parts of alder too. T. Schumacher recorded six amenticolous *Ciboria* species from Norway. Later the same author described five species of Sclerotiniaceae discovered on the leaves of birch and alder.

Totally it has been found 16 species of xylophilic discomycetes belonging to 11 genera, 5 families, 3 orders, 3 subclasses, 3 classes (Leotiomycetes O.E Erikss. Et Winka, Pezizomycetes O.E Erikss. Et Winka, Orbiliomycetes O.E Erikss. Et Baral), as well as anamorphic fungi incertae sedis, which belong to the group of order discomycetes.

The taxonomic structure analysis has shown that Leotiomycetes are the largest among the classes of xylophilic discomycetes, numbering 14 species. The Pezizomycetes and Orbiliomycetes classes are represented by one species. At the level of the most numerous families are Hyaloscyphaceae (7 species) and Helotiaceae (6 species). The only one species has been found in the families Bulgariaceae, Orbiliaceae and Pyronemataceae.

This research has identified 16 species of xylophilic discomycetes occurring on wood substrates of the family Betulaceae in the National Natural Park «Skolivski Beskydy». Five host genera have been represented by seven species: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench, *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. i *Corylus avellana* L.

The study of the affinity of xylophilic discomycetes types to the development of different substrate fractions (size) has shown that there are 8 species of biota investigated on a coarse fraction (trunks, stumps), 2 species are on a small fraction (branch), 6 species have been identified on both fractions, that is, on large and small-scale substrates.

The study of specialization at degradation stages of wood (according to Gordienko's scale) has revealed the presence of xylophilic discomycetes at all stages of decomposition of wood substrates, with the greatest number of species found at the fourth stage - 5 species of the genus *Mollisia*, 2 species of the genus *Ascocoryne* and 1 species of the genera *Bisporella*, *Pseudospiropes*, *Dematioscypha*, *Scutellini* and *Orbilina*. *Bulgaria inquinans*, *Neobulgaria pura* and *Polydesmia pruinosa* have been found at the second stage of decomposition of wood substrate. The first two species mentioned above have been recorded at the first stage of wood degradation as well. *Bisporella citrina* and anamorphic fungus *Strossmayeria basitricha* have been revealed at the third stage.

*Keywords:* Skolivski Beskydy, xylophilic discomycetes, Betulaceae, substrate specialization

УДК 630\*582

М. Є. ГАЙДУКЕВИЧ, М. О. ЛИСЕНКО

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
вул. Т. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76025**ДЕНДРОФЛОРА ШЕПАРІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА****(ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКЕ МЕЖИРІЧЧЯ): ЇЇ АНАЛІЗ ТА ОХОРОНА**

В статті охарактеризовано дендрофлору лісових фітоценозів Шепарівського лісництва ДП «Коломийське ЛГ», подано її видовий склад, проведено систематичний аналіз, показано розподіл деревних видів за життєвими формами. Виділено окремі цінні народногосподарські рослини. Розроблено деякі заходи щодо охорони та ефективного відтворення цінних деревних видів лісництва.

*Ключові слова:* *деревостан, лісові фітоценози, дендрофлора, види рослин, природні ресурси, рослинність*

**Актуальність.** В сучасних умовах все зростаючого техногенного та антропогенного пресу на довкілля спостерігається стійка тенденція до зменшення чисельності багатьох видів рослин. Охорона біорізноманіття, раціональне використання та відтворення генофонду диких предків цінних рослин, покращення умов природного середовища є однією з важливих сучасних проблем лісового господарства. Саме тому сьогодні набуває особливої актуальності всебічне вивчення природної флори та розробка наукових основ охорони, відтворення і раціонального використання природних ресурсів того чи іншого регіону.

**Стан проблеми.** Своєрідна і багата рослинність Прут-Дністровського межиріччя здавна привертала увагу ботаніків, систематиків, географів тощо. Вивчення природи і рослинності регіону має досить давню історію. Деякі відомості про флору цієї області знаходимо у стародавніх джерелах - записах окремих мандрівників [1]. Надалі, вже в XIX ст. одними з перших дослідників цього регіону були природознавці В. Бессер і А. Анджейовський, які дослідили флору краю, провели систематичний опис і зібрали великий гербарій рослин [1]. В радянський період вивченню рослинного покриву регіону багато уваги приділяли ботаніки Г. В. Козій [2], Г.О. Кузнецова [3, 4], Г.С. Куковиця [5], Б.В. Заверуха [6], Г.І. Білик [7] та ін. Проте широкий пласт природознавчих досліджень фітоценозів Прут-Дністровського межиріччя стосовно саме району наших досліджень – лісових насаджень Шепарівського лісництва – має дотичний характер.

Метою даної роботи було на прикладі фітоценозів Шепарівського лісництва ДП «Коломийське лісове господарство» дослідити сучасну дендрофлору Прут-Дністровського межиріччя та розробити заходи щодо охорони та ефективного відтворення цінних деревних видів регіону.

**Місцезнаходження об'єкту дослідження.** Адміністративно Шепарівське лісництво, загальною площею 5538 га, входить до складу ДП «Коломийське лісове господарство». За фізико-географічним районуванням - це район Придністровського Покуття, що знаходиться в межах Прут-Дністровського межиріччя і належить до природної зони лісостепу [8]. За геоботанічним районуванням досліджуваній район належить до Івано-Франківсько - Коломийського району грабово-дубових та дубових лісів [9]. За флористичним районуванням територія лісництва відноситься до Придністровського району [9].

**Матеріал і методи досліджень**

Дослідження дендрофлори проводили протягом 2012-2015 р.р. в лісових фітоценозах лісництва. Збір матеріалів (таксаційні описи лісових насаджень, план лісонасаджень тощо) проводився в лісництві. Польові дослідження проводили в лісових насадженнях лісництва, при чому обстежували не лише природні, але і культивовані деревостани.

При польовому вивченні дендрофлори застосовувався маршрутний тип експедиційного дослідження шляхом закладки тимчасових профільних ліній, максимально приурочених до кварталних просік, вздовж яких складався список деревних видів, визначалася їх життєва

форма. Рослини визначали за Визначником рослин України [10]. Життєві форми рослин визначали за І.Г. Серебряковим. Збір гербарного матеріалу та сушка рослин проводилися за загальноприйнятими методиками.

**Результати досліджень та їх обговорення**

В лісових масивах Шепарівського лісництва на багатих гумусово-дернових ґрунтах в сугрудових і грудових умовах сформувалися грабово-дубові фітоценози (*Carpineto-Querceta*), які є пануючими в даному районі. Тут переважають фітоценози, в яких домінантами виступають: дуб черешчатий (*Quercus. robur* L.), бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), а також - ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), шипшина собача (*Rosa canina* L.), малина лісова (*Rubus idaeus* L.) і ін.

У фітоценозах лісництва нами виявлено 85 видів рослин (як природної, так і культивованої флори), які відносяться до 52 родів та 26 родин. Конспект дендрофлори лісництва приведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Конспект дендрофлори Шепарівського лісництва

Родина	Рід	Вид
1. Соснові – <i>Pinaceae</i> Lindl.	1. Ялиця – <i>Abies</i> Mill.	1. Ялиця біла – <i>A. alba</i> Mill.
	2. Ялина – <i>Picea</i> A. Dietr.	2. Ялина звичайна – <i>P. abies</i> (L.) Karst.
		3. Ялина колоча - <i>P. pungens</i> Engelm.
	3. Сосна – <i>Pinus</i> L.	4. Сосна чорна (австрійська) - <i>P. nigra</i> Arn.
		5. Сосна звичайна – <i>P. sylvestris</i> L.
		6. Сосна Веймутова (біла) - <i>P. strobus</i> L.
		7. Сосна кедрова європейська - <i>P. cembra</i> L.
		8. Сосна гірська - <i>P. mugo</i> Turra.
2. Кипарисові – <i>Cupressaceae</i> F.Neger.	4. Ялівець – <i>Juniperus</i> L.	9. Ялівець звичайний – <i>J. communis</i> L.
	5. Кипарисовик - <i>Chamaecyparis</i> Spach.	10. Ялівець козацький- <i>J. sabina</i> L.
		11. Кипарисовик Лавсона - <i>C. lawsoniana</i> Parl
	6. Туя – <i>Thuja</i> L.	12. Туя західна– <i>T. occidentalis</i> L.
7. Широкогілочник – <i>Biota</i> Endl.	13. Широкогілочник східний - <i>B.orientalis</i> Endl	
3 Барбарисові – <i>Berberidaceae</i> Torr. et Gray.	8. Барбарис – <i>Berberis</i> L.	14. Барбарис звичайний – <i>B. vulgaris</i> L.
4. В'язові – <i>Ulmaceae</i> Mirb.	9. В'яз – <i>Ulmus</i> L.	15. В'яз шорсткий – <i>U. scabra</i> Mill.
		16. В'яз звичайний – <i>U. laevis</i> Pall.
		17. В'яз листуватий – <i>U. foliacea</i> Gilib
5. Букові – <i>Fagaceae</i> A. Br.	10. Бук – <i>Fagus</i> L.	18. Бук лісовий – <i>F. sylvatica</i> L.
	11. Дуб – <i>Quercus</i> L.	19. Дуб черешчатий – <i>Q. robur</i> L.
		20. Дуб скельний – <i>Q. petraea</i> Liebl.
6. Березові – <i>Betulaceae</i> C.A. Agardh	12. Береза – <i>Betula</i> L.	22. Береза бородавчата – <i>B. verrucosa</i> Ehrh.
	13. Вільха – <i>Alnus</i> Mill.	23. Береза пухнаста – <i>B. pubescens</i> Ehrh.
		24. Вільха чорна – <i>A. glutinosa</i> (L.) Caerth
		25. Вільха сіра – <i>A. incana</i> Moench.
		26. Ліщина звичайна – <i>C. avellana</i> L.
7. Ліщинові – <i>Coryllaceae</i> L.	14. Ліщина – <i>Corylus</i> L.	27. Граб звичайний – <i>C. betulus</i> L.
	15. Граб – <i>Carpinus</i> L.	28. Горіх грецький – <i>J. regia</i> L.
8. Горіхові – <i>Juglandaceae</i> A.Rich. ex Kunth	16. Горіх – <i>Juglans</i> L.	29. Горіх сірий – <i>J. cinerea</i> L.

## БОТАНІКА

Продовження таблиці 1		
9. Вербові – <i>Salicaceae</i> Lindl.	17. Верба – <i>Salix</i> L.	30. Верба біла – <i>S. alba</i> L.
		31. Верба ламка – <i>S. fragilis</i> L.
		32. Верба гостролиста – <i>S. acutifolia</i> Wild.
	18. Тополя – <i>Populus</i> L.	33. Верба козяча – <i>S. caprea</i> L.
		34. Тополя тремтяча – <i>P. tremula</i> L.
		35. Тополя чорна – <i>P. nigra</i> L.
10. Липові – <i>Tiliaceae</i> Juss.	19. Липа – <i>Tilia</i> L.	36. Тополя біла – <i>P. alba</i> L.
		37. Липа серцелиста – <i>T. cordata</i> Mill.
11. Самшитові – <i>Buxaceae</i> Dumort.	20. Самшит – <i>Buxus</i> L.	38. Липа широколиста – <i>T. platyphyllos</i> Scop.
12. Тимелієві – <i>Thymelaceae</i> Adans.	21. Вовчі ягоди – <i>Daphne</i> L.	39. Самшит вічнозелений – <i>B. sempervirens</i> L.
13. Агрусові – <i>Grossulariaceae</i> Dc.	22. Смородина – <i>Ribes</i> L.	40. Вовчі ягоди звичайні – <i>D. mezereum</i> L.
	23. Агрус – <i>Grossularia</i> Mill.	41. Смородина чорна – <i>R. nigrum</i> L.
14. Розові – <i>Rosaceae</i> Juss.	24. Горобина – <i>Sorbus</i> L.	42. Агрус відхилений – <i>Gr. reclinata</i> (L.) Mill
		43. Горобина звичайна – <i>S. aucuparia</i> L.
	25. Шипшина – <i>Rosa</i> L.	44. Горобина круглолиста – <i>S. aria</i> L.
		45. Шипшина звичайна – <i>R. canina</i> L.
	26. Глід – <i>Crataegus</i> Lindm.	46. Шипшина зморшкувата – <i>R. rugosa</i> L.
		47. Глід колючий – <i>C. oxyacantha</i> L.
	27. Груша – <i>Pyrus</i> L.	48. Глід чашечковий – <i>C. calycina</i> Peterm
	28. Яблуня – <i>Malus</i> L.	49. Груша звичайна – <i>P. communis</i> L.
	29. Черемха – <i>Padus</i> Mill.	50. Яблуня лісова – <i>M. sylvestris</i> Mill.
	30. Вишня – <i>Cerasus</i> Mill.	51. Черемха звичайна – <i>P. racemosa</i> L.
52. Вишня звичайна – <i>C. vulgaris</i> Mill.		
31. Слива – <i>Prunus</i> L.	53. Черешня пташина – <i>C. avium</i> (L.) Moench.	
32. Малина – <i>Rubus</i> L.	54. Слива/Терен колючий – <i>P. spinosa</i> L.	
15. Цезальпінієві – <i>Caesalpiniaceae</i> Taub.	33. Гледичія – <i>Gleditschia</i> L.	55. Малина лісова – <i>R. idaeus</i> L.
16. Бобові – <i>Fabaceae</i> Lindl.	34. Акація – <i>Robinia</i> L.	56. Гледичія колюча – <i>G. viocanthos</i> L.
	35. Карагана – <i>Caragana</i> Fabr.	57. Акація біла – <i>R. pseudoacacia</i> L.
17. Кленові – <i>Aceraceae</i> Lindl.	36. Клен – <i>Acer</i> L.	58. Акація жовта – <i>C. arborescens</i> Lam.
		59. Клен гостролистий – <i>Acer platanoides</i> L.
		60. Клен польовий – <i>A. campestre</i> L.
		61. Клен-явір – <i>A. pseudoplatanus</i> L.
18. Гіркокаштанові <i>Hippocastanaceae</i> Torr. et Gray	37. Гіркокаштан – <i>Aesculus</i> L.	62. Клен татарський – <i>A. tataricum</i> L.
		63. Гіркокаштан звичайний – <i>A. hippocastanum</i> L.
19. Деренові – <i>Cornaceae</i> Link.	38. Дерен – <i>Cornus</i> L.	64. Дерен справжній – <i>Cornus mas</i> L.
	39. Свидина – <i>Swida</i> L.	65. Свидина кров'яна – <i>S. sanguinea</i> (L.) Opis.
20. Аралієві – <i>Araliaceae</i> Vent.	40. Плющ – <i>Hedera</i> L.	66. Свидина біла – <i>S. alba</i> L. (Pojark).
21. Бруслинові – <i>Celastraceae</i> Lindl.	41. Бруслина – <i>Euonymus</i> L.	67. Плющ звичайний – <i>H. helix</i> L.
22. Жостерові – <i>Rhamnaceae</i> R. Br.	42. Жостір – <i>Rhamnus</i> L.	68. Бруслина європейська – <i>E. europaea</i> L.
	43. Крушина – <i>Frangula</i> Mill.	69. Жостір проносний – <i>R. cathartica</i> L.
23. Маслинові – <i>Oleaceae</i> Lindl.	44. Ясен – <i>Fraxinus</i> L.	70. Крушина ламка – <i>F. alnus</i> Mill.
		71. Ясен звичайний – <i>F. excelsior</i> L.
		72. Ясен ланцетолистий – <i>F. lanceolata</i> Borkh.
	45. Форзиція – <i>Forsythia</i> Vahl.	73. Ясен білоцвітий – <i>F. ornus</i> L.
		74. Форзиція плакуча – <i>F. suspensa</i> Vahl.
	46. Бузок – <i>Syringa</i> L.	75. Б. звичайний – <i>S. vulgaris</i> L.
47. Бирючина – <i>Ligustrum</i> L.	76. Б. угорський – <i>S. josikaea</i> J.	
		77. Бирючина звичайна – <i>L. vulgare</i> L.

БОТАНІКА

*Продовження таблиці 1*

24. Маслинові – <i>Elaeagnaceae</i> Lindl.	48. Обліпиха – <i>Hippophae</i> L.	78. Обліпиха крушиновидна – <i>H. rhamnoides</i> L.
25. Жимолостеві <i>Caprifoliaceae</i> Vent.	49. Бузина – <i>Sambucus</i> L.	79. Б. чорна – <i>S. nigra</i> L.
	50. Жимолость – <i>Lonicera</i> L.	80. Б.червона – <i>S. racemosa</i> L.
	51. Вейгела – <i>Weigela</i> L.	81. Ж.пухната – <i>L. xylosteum</i> L.
26. Калинові – <i>Viburnaceae</i> Dumort.	52. Калина – <i>Viburnum</i> L.	82. Ж.татарська – <i>L. tatarica</i> L.
		83. Вейгела квітуча – <i>W. rosea</i> L.
<b>Всього:</b> <b>26 родин</b>	<b>52 родин</b>	84. К. звичайна – <i>V. opulus</i> L.
		85. К. цілолиста – <i>V. lantana</i> L.
		<b>85 видів</b>

Систематичний аналіз дендрофлори лісництва наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Систематичний аналіз дендрофлори лісництва

№ п/п	Родини	Кількість родів		Кількість видів	
		Шт.	%	Шт.	%
1	Соснові – <i>Pinaceae</i> Lindl.	3	5,9	8	9,2
2	Кипарисові – <i>Cupressaceae</i> F. Neger.	4	7,7	5	6,2
3	Барбарисові – <i>Berberidaceae</i> Torr. et Gray.	1	2	1	1,2
4	В'язові – <i>Ulmaceae</i> Mirb.	1	2	3	3,6
5	Букові – <i>Fagaceae</i> A. Br.	2	3,5	4	4,8
6	Березові – <i>Betulaceae</i> C.A. Agardh	2	3,5	4	4,8
7	Ліщинові – <i>Coryllaceae</i> L.	2	3,5	2	2,5
8	Горіхові – <i>Juglandaceae</i> A.Rich. ex Kunth	1	2	2	2,5
9	Вербові – <i>Salicaceae</i> Lindl.	2	3,5	7	8,5
10	Липові – <i>Tiliaceae</i> Juss.	1	2	2	2,5
11	Самшитові – <i>Buxaceae</i> Dumort.	1	2	1	1,2
12	Тимелієві – <i>Thymelaceae</i> Adans.	1	2	1	1,2
13	Агросові – <i>Grossulariaceae</i> Dc.	2	3,5	2	2,5
14	Розові – <i>Rosaceae</i> Juss.	9	17,6	13	15,6
15	Цезальпінієві – <i>Caesalpiniaceae</i> Taub.	1	2	1	1,2
16	Бобові – <i>Fabaceae</i> Lindl.	2	3,5	2	2,5
17	Кленові – <i>Aceraceae</i> Lindl.	1	2	4	4,8
18	Гіркокаштанові – <i>Hippocastanaceae</i> Torr. et Gray	1	2	1	1,2
19	Деренові – <i>Cornaceae</i> Link.	2	3,5	3	3,6
20	Аралієві – <i>Araliaceae</i> Vent.	1	2	1	1,2
21	Бруслинові – <i>Celastraceae</i> Lindl.	1	2	1	1,2
22	Жостерові – <i>Rhamnaceae</i> R. Br.	2	3,5	2	2,5
23	Маслинові – <i>Oleaceae</i> Lindl.	4	9,6	7	8,5
24	Маслинові – <i>Elaeagnaceae</i> Lindl.	1	2	1	1,2
25	Жимолостеві – <i>Caprifoliaceae</i> Vent.	3	5,9	5	6,2
26	Калинові – <i>Viburnaceae</i> Dumort.	1	2	2	2,5
<b>Всього:</b>		<b>52</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

Найчисельнішими у видовому відношенні є родина Розових (*Rosaceae* Juss.) – 13 видів (17,6 % дендрофлори), які належать до 9 родів (17,6%), Соснових (*Pinaceae* Lindl.) – 8 видів (9,2 % дендрофлори), які належать до 3 родів (5,9 %), Кипарисових (*Cupressaceae* F. Neger.) – 5 видів (6,2 % дендрофлори), які належать до 4 родів (7,7 %), Жимолостевих (*Caprifoliaceae* Vent.) – 5

## БОТАНІКА

видів (6,2 % дендрофлори), які належать до 3 родів (5,9 %), Букових (*Fagaceae* A. Br.) – 4 види (4,8 % дендрофлори), Березових (*Betulaceae* C.A. Agardh) – 4 види (4,8 % дендрофлори), Кленових (*Aceraceae* Lindl.) – 4 види (4,8 % дендрофлори). Решта родин представлені 1-3 видами рослин, які в сумі складають біля 46,4 % дендрофлори лісництва.

Аналіз дендрофлори за життєвими формами наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

### Життєві форми рослин лісництва

№ п/п	Родина	Кількість видів, шт				
		Дерева	Кущі	Кущики	Ліани	Всього
1	Соснові – <i>Pinaceae</i> Lindl.	7	1			8
2	Кипарисові – <i>Cupressaceae</i> F. Neger.	2	3			5
3	Барбарисові – <i>Berberidaceae</i> Torr. et Gray.		1			1
4	В'язові – <i>Ulmaceae</i> Mirb.	3				3
5	Букові – <i>Fagaceae</i> A. Br.	4				4
6	Березові – <i>Betulaceae</i> C.A. Agardh	4				4
7	Ліщинові – <i>Coryllaceae</i> L.	1	1			2
8	Горіхові – <i>Juglandaceae</i> A.Rich. ex Kunth	2				2
9	Вербові – <i>Salicaceae</i> Lindl.	5	2			7
10	Липові – <i>Tiliaceae</i> Juss.	2				2
11	Самшитові – <i>Buxaceae</i> Dumort.		1			1
12	Тимелієві – <i>Thymelaceae</i> Adans.			1		1
13	Агрисові – <i>Grossulariaceae</i> Dc.		2			2
14	Розові – <i>Rosaceae</i> Juss.	7	6			13
15	Цезальпінієві - <i>Caesalpiniaceae</i> Taub.	1				1
16	Бобові – <i>Fabaceae</i> Lindl.	1	1			2
17	Кленові – <i>Aceraceae</i> Lindl.	4				4
18	Гіркокаштанові – <i>Hippocastanaceae</i> Torr. et Gray	1				1
19	Деренові – <i>Cornaceae</i> Link.		3			3
20	Аралієві – <i>Araliaceae</i> Vent.				1	1
21	Бруслинові – <i>Celastraceae</i> Lindl.		1			1
22	Жостерові – <i>Rhamnaceae</i> R. Br.		2			2
23	Маслинові – <i>Oleaceae</i> Lindl.	2	5			7
24	Маслинкові – <i>Elaeagnaceae</i> Lindl.		1			1
25	Жимолостеві - <i>Caprifoliaceae</i> Vent.		5			5
26	Калинові – <i>Viburnaceae</i> Dumort.		2			2
<b>Всього:</b>	<b>видів</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>85</b>
	<b>%</b>	<b>54</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

За життєвими формами рослини ми розподілили наступним чином: дерев - 54 % (46 видів), кущів – 44 % (37 видів), кущиків – 1% (1 вид), ліан – 1 % (1 вид). Найчисельнішими за вмістом дерев є родини Соснових (*Pinaceae* Lindl.) – 8 видів, Розових (*Rosaceae* Juss.) – 5 видів, Вербових (*Salicaceae* Lindl.) – 5 видів, Букових (*Fagaceae* A. Br.) - 4 види, Березових (*Betulaceae* C.A. Agardh) – 4 види, Кленових (*Aceraceae* Lindl.) – 4 види. Чагарники найбільше представлені родиною Розових (*Rosaceae* Juss.) – 8 видів. Ліан – тільки 1 вид з родини Аралієвих (*Araliaceae* Vent.).

Більшість рослин лісництва – це цінні деревні породи, які широко використовуються в народному господарстві країни. Дендрофлора представлена багатьма лікарськими, медоносними, декоративними та рідкісними рослинами, які необхідно охороняти та розмножувати. Господарсько цінні породи – це, в першу чергу лісові деревні види (дуб, бук, береза, клени, ясен, ялина, ялиця, сосна тощо). Варто відмітити, що в лісництві багато



лікарських, медоносних та декоративних рослин (клен-явір, клен гостролистий, береза бородавчата, горобина звичайна, шипшина звичайна, малина лісова, ожина сиза та багато ін.).

З метою збереження лісових фітоценозів лісництва, необхідно в першу чергу стабілізувати умови природного середовища, а саме: ощадливо, раціонально вести господарство, оберігати цінні рослини, інтенсивно відтворювати лісові насадження та примножувати лісові багатства краю. Надалі необхідно в першу чергу зменшити рекреаційне навантаження на дану територію, розробити і науково обґрунтувати організацію туристичної та рекреаційної нагрузки на дані фітоценози та посилити контроль за охороною навколишнього середовища. Зокрема, під час туристичного сезону в цих лісах необхідне додаткове патрулювання лісової охорони.

### Висновки

Лісові масиви Шепарівського лісництва – це район грабово-дубових та дубових лісів, домінантами в яких виступають дуб черешчатий, граб звичайний, бук лісовий, клен гостролистий, клен-явір, а в підліску – ліщина звичайна, горобина звичайна, шипшина звичайна, малина лісова і ін. У фітоценозах лісництва виявлено 85 видів деревних рослин (як природної, так і культивованої флори), які відносяться до 52 родів та 26 родин. У видовому відношенні найчисельнішою складовою дендрофлори лісництва є родина Розових (18% дендрофлори). За життєвими формами дерева займають 54 % , кущі - 44 % дендрофлори.

Більшість рослин лісництва – це цінні деревні породи, які широко використовуються в народному господарстві країни. Дендрофлора представлена багатьма лікарськими, медоносними, декоративними та рідкісними рослинами, які необхідно охороняти та примножувати. З метою збереження господарських, наукових, культурно-освітніх і естетичних функцій лісових фітоценозів лісництва, необхідно в першу чергу стабілізувати умови природного середовища.

1. Білик Г.І. Рослинність УРСР. Степи, кам'янисті відслонення, піски / Г.І. Білик. — К., 1973. — 426 с.
2. *Визначник рослин України.* / [За ред. Д.К.Зерова]. АН УРСР, Ін-т ботаніки. — К., 1965. — 876 с.
3. *Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении.* // АН СССР, лаборатория лесоведения. — М., 1975. — 373 с.
4. *Заверуха Б.В.* Флора Вольно-Подолии и ее генезис / Б.В. Заверуха. — К., 1985. — С. 50—60.
5. *Козій Г.В.* Флора і рослинність Західних областей України / Г.В. Козій // *Праці Ботанічного саду.* – Львів, 1963.
6. *Кузнєцова Г.О.* Флора і рослинність Середнього Придністров'я / Г.О. Кузнєцова // *Матер. до вивчення природних ресурсів Поділля.* — Тернопіль, 1963. — С. 113—115.
7. *Кузнєцова Г.О.* Флора Середнього Придністров'я та її ботаніко-географічний аналіз / Г.О. Кузнєцова // *Матер.наук.конф. з вивчення та використання продуктивних сил Поділля.* — Львів, 1967. — Вип..2. — С. 18—19.
8. *Куковиця Г.С.* Степова рослинність Дністровського каньйону та Товарового кряжа на Поділлі та її флористичні особливості / Г.С. Куковиця // *Український ботанічний журнал.* — 1973. — 30, № 2. — С. 196—203.
9. *Природа Івано-Франківської області.* / За ред. К.І.Геренчука. — Львів, 1973. — 159 с.
10. *Природно-заповідні території та об'єкти Івано-Франківщини.* / [За ред. М.М. Приходько та В.І.Парпана]. — Івано-Франківськ: «Талія», 2000. — 271 с

*М. Е. Гайдукевич, М. О. Лисенко*

ГВУЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

### ДЕНДРОФЛОРА ШЕПАРІВСЬКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА (ПРУТ-ДНЕСТРОВСКОЕ МЕЖДУРЕЧЬЕ): ЕЕ АНАЛИЗ И ОХРАНА

В статье приведена характеристика дендрофлоры лесных фитоценозов Шепаривского лесничества ГП «Коломыйское лесное хозяйство»: подано видовой состав дендрофлоры, ее систематический анализ, показано распределение древесных видов за жизненными формами. Названы отдельные ценные народнохозяйственные растения. Разработаны некоторые защитные мероприятия, касающиеся охраны и эффективного воспроизведения ценных древесных видов лесничества.

*Ключевые слова:* *древостой, лесные фитоценозы, дендрофлора, виды растений, природные ресурсы, растительность*

*M. Ye. Haydukevych, M. O. Lysenko*

State establishment of higher education «Vasyl Stefanyk Precarpathian National University», Ukraine

DENDROFLORA OF SHEPARIVTSI FORESTRY, ITS ANALYSIS (PRUT-DNIESTER INTERFLUVE AREA)

In this article we have described the dendroflora of the forest phytocenoses of Sheparivtsi forestry of the State Enterprise «Kolomyia Forestry» presenting its species composition. The systematic analysis has been carried out and the distribution of tree species according to the life forms has been demonstrated. Some valuable plants of the national economic significance have been pointed out. Several measures to protect and increase the effective reproduction of valuable tree species of the forestry have been designed.

In modern conditions of constantly growing technogenic and anthropogenic environmental pressure, one can observe a steady tendency towards reduction of quantity of many plant species. Protection of biodiversity, rational use and reproduction of the genetic fund of wild ancestors of valuable plants, improvement of conditions of the natural environment are important problems of the modern forestry. Therefore, the comprehensive research of natural flora and the development of scientific fundamentals of protection, reproduction and rational use of natural resources of one or another region are of particular relevance nowadays.

Since long time, the unique and rich vegetation of Prut-Dniester interfluve area has attracted the attention of botanists, taxonomists, geographers and others. The study of nature and vegetation of the region has quite an old history. However, a wide range of natural science researches that has been done on phytocenoses of Prut-Dniester interfluve area is of a tangential nature when it comes particularly to our field of research – woodlands of Sheparivtsi forestry. We have not found researches dedicated to woodlands of Sheparivtsi forestry.

The aim of this research was to investigate dendroflora of phytocenoses of Sheparivtsi forestry of the State Enterprise «Kolomyia Forestry» and develop measures to protect and increase the effective reproduction of valuable tree species of the region. The investigation of dendroflora has been carried out in the forest phytocenoses of the forestry over the period 2012-2015.

The collection of departmental materials (taxonomy descriptions of forests, afforestation plans and so on) has been performed on the territory of the forestry. The field studies were carried out in the woodlands of the forestry; moreover, not only natural, but also cultivated growing stocks were examined.

In case of field studies of dendroflora, we used a route type of field work through the plantation of temporary profile lines maximally dedicated to the quarterly rides along which we compiled the list of tree species and determined their life form. The plants were determined according to the Determinant of Plants of Ukraine. The life forms of plants were determined according to I.H.Serebriakov. The collection of herbarium material and drying of plants was carried out using conventional methods.

Administratively, Sheparivtsi forestry with its total area of 5 538 hectares is a part of the State Enterprise «Kolomyia Forestry». According to the physical-geographic zoning, this is the zone of Transdniester Pokuttia located in the limits of Prut-Dniester interfluve area and belongs to the natural zone of forest steppe. According to the geobotanical zoning, the zone under study belongs to Ivano-Frankivsk –Kolomyia zone of hornbeam-oak and oak forests.

*Quercus. robur* L., *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L., *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L. are dominants in the forestlands of Sheparivtsi forestry and *Corylus avellana* L., *Sorbus aucuparia* L., *Rosa canina* L., *Rubus idaeus* L. and others prevail in the undergrowth. 85 species of tree plants (as natural as the cultivated flora) belonging to 52 genera and 26 families have been found in phytocenoses of the forestry. During the systematic analysis of dendroflora of the forestry, we have discovered that the biggest families in terms of species quantity are: Rosaceae – 13 species (17,6 % of dendroflora), Pinaceae – 8 species (9,2 %), Cupressaceae – 5 species ( 6,2 %), Caprifoliaceae – 5 species (6,2 %), Fagaceae – 4 species (4,8 %), Betulaceae – 4 species (4,8 %), Aceraceae – 4 species (4,8 %). The rest of families are represented by 1-3 species of plants that in total constitute 46,4% of dendroflora of the forestry.

According to the life forms, plants had the following distribution: trees - 54 % (46 species), bushes – 44 %, (37 species), small shrubs – 1% (1 species), lianas – 1 % (1 species). The most numerous in trees are the following families: Pinaceae – 8 species, Rosaceae – 5 species, Salicaceae – 5 species, Fagaceae - 4 species, Betulaceae – 4 species, Aceraceae – 4 species. Shrubs are represented by family Rosaceae – 8 species. Lianas are represented only by 1 species from the Araliaceae family.

Most of the forestry plants are valuable tree species widely used in the national economy. Dendroflora is represented by medical, melliferous, decorative and rare plants that have to be protected and multiplied. Economically valuable species are primarily forest tree plants from the genera: Quercus, Fagus, Betula, Acer, Fraxinus, Abies, Picea, Pinus and so on.

It should be noted that there are many medical, melliferous and decorative plants in the forestry (Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L., Betula verrucosa Ehrh., Sorbus aucuparia L., Rosa canina L., Rubus idaeus L. and many others).

In order to preserve the forest phytocenoses of the forestry, one should first stabilize the conditions of natural environment, in particular: economically and efficiently run the economy, protect valuable plants from destruction, intensively reproduce and increase forest plantations and multiply the forest resources of our land. Further, it is necessary to reduce the recreation load on this territory, develop and scientifically motivate the organization of tourism loads and increase an environment protection control. In particular, it is necessary to introduce additional patrols in these forests during the tourism season.

*Key words: growing stock, forest phytocenoses, dendroflora, plants species, natural resources, vegetation*

Рекомендує до друку  
М. М. Барна

Надійшла 09.02.2016

УДК 581.412: 577.19 (477.43)

<sup>1</sup>І. Д. ГРИГОРЧУК, <sup>2</sup>Т. М. СУПРОВИЧ

<sup>1</sup>Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
вул. Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський, 32300

<sup>2</sup>Подільський державний аграрно-технічний університет  
вул. Шевченка, 13, Кам'янець-Подільський, 32300

## **АНАЛІЗ ФІТОНЦИДНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ М. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО**

Проаналізовано фітонцидну активність деревних рослин в різних умовах м. Кам'янця-Подільського. Встановлено, що в умовно чистому середовищі найвищою фітонцидною активністю відзначалися гіркокаштан звичайний і горіх волоський, а найнижчою – липа серцелиста. На ділянках, що знаходилися в більш загазованому середовищі, фітонцидна активність клену гостролистого, берези повислої і липи серцелистої збільшувалася, порівняно з тими, що зростали на умовно чистій ділянці. Припущено, що фітонцидна активність деревних рослин може бути використана як додатковий показник індикації ступеня забруднення навколишнього середовища, а також як доказ необхідності підбору рослин-озеленювачів промислових і рекреаційних зон міста, з метою використання для очищення міського повітря від шкідливих мікроорганізмів і забруднюючих речовин.

*Ключові слова: фітонциди, деревні рослини, умови зростання, м. Кам'янець-Подільський*

На сьогоднішній день у сучасному місті актуальним є вирішення проблеми екологічної оптимізації середовища, створення в містах та інших населених пунктах сприятливих для людини санітарно-гігієнічних умов. Значний вплив на довкілля мають зелені насадження.

Рослини у процесі життєдіяльності виділяють біологічно активні речовини – фітонциди, важливою властивістю яких є здатність затримувати ріст і розвиток патогенних мікроорганізмів. Так, показано, що фітонциди *Abies sibirica* Ledeb. пригнічують розвиток збудників коклюшу та дифтерії, *Larix sibirica* Ledeb., *Picea abies* (L.) H. Karst. і *Betula pendula* Roth – знижують, а *Pinus sylvestris* L. – повністю пригнічують ріст колоній *Staphylococcus albus* [1]. Окрім того, леткі виділення *Acer platanoides* L., *Taxus baccata* L. і *Tilia cordata* Mill. в приземній атмосфері знижують концентрацію окису Карбону на 10-30%, двоокису Сульфуру – на 50-74%, оксидів Нітрогену – на 15-35% [7].

Рівень фітонцидної активності тієї чи іншої рослини залежить від різних факторів: видової приналежності, стадії сезонного розвитку, стану життєздатності та умов зростання. Вплив на фітонцидну активність деревних рослин мають і різні антропогенні чинники. Дослідженнями [2, 4] показано, що у дерев, які зростали на забруднених ділянках, фітонцидна активність була більшою, у порівнянні з тими ж породами, що зростали далеко від джерел забруднення. Вважається, що у несприятливих екологічних умовах у рослин порушуються фізіологічні процеси, що супроводжується захисною реакцією у вигляді більш активного виділення фітонцидів.

У зв'язку з цим дослідження фітонцидної активності деревних рослин в різних умовах міста є актуальним, як з метою можливого подальшого використання в моніторингових дослідженнях, так і в озелененні для підвищення санітарно-гігієнічних показників повітря. Тому метою нашої роботи є аналіз фітонцидної активності деревних рослин міста Кам'янець-Подільського.

### Матеріал і методи досліджень

Об'єктами дослідження були клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), горіх волоський (*Juglans regia* L.) та липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.). Вибір цих об'єктів зумовлений високою фітонцидною активністю та придатністю до використання в озелененні міста.

Дослідження проводилося в травні 2015 року на чотирьох підібраних ділянках міста Кам'янець-Подільського: точка 1 – район Ботанічного саду, точка 2 – парк «Комсомольський» по вул. Крип'якевича, точка 3 – сквер на мікрорайоні «Жовтневий», що на перехресті вулиць Нігинське шосе, Дружби народів і Васильєва, точка 4 – територія поблизу ВАТ «Завод дереворізального інструменту «Мотор» ім. Г. І. Петровського».

З метою вивчення фітонцидної активності досліджуваних об'єктів за основу був узятий метод Б. П. Токіна (1974) – метод «опарення» мікроорганізмів леткими органічними речовинами рослин. Тест-культурою був *Staphylococcus aureus* 209 р [2, 9].

Для посіву мікробних культур застосовували живильне середовище МПА (м'ясо-пептонний агар). *S. aureus* 209 р піддавали розведенню до суспензії 1 : 700 млн, яку в об'ємі 0,5 мл розливали на живильне середовище в чашки Петрі.

Потім не подрібнене листя рослин, наважкою 4 г, розміщували на кришці, яку зверху закривали чашкою з посівами, виключаючи його контакт з живильним середовищем. Листя для дослідження відбирали на висоті 2 м з нижнього ярусу дерев. Опарення мікроорганізмів леткими виділеннями рослин відбувалося впродовж кількох годин з 12 до 16 год в денний час при кімнатній температурі, після чого чашки поміщали на 20 год у термостат з температурою 37 °С. Кількість колоній, що вирости у контрольних чашках Петрі (без рослинного матеріалу), відповідала 100% росту тест-культур. Фітонцидну активність по відношенню до тест-культури визначали за ступенем її пригнічення (%) у чашках з рослинним матеріалом, порівняно з контролем [2].

Результати дослідження опрацьовували статистично [6].

### Результати досліджень та їх обговорення

В результаті дослідження фітонцидної активності *B. pendula* Roth. при застосуванні суспензії *S. aureus* 209 р, було з'ясовано, що в різних умовах м. Кам'янець-Подільського даний показник відрізнявся і коливався в межах 20-45% (таблиця). Згідно класифікацій деревних рослин за

ступенем їх фітонцидної активності березу повислу, в умовах досліджуваних ділянок, можна віднести до середньофітонцидних рослин [6].

Нами з'ясовано, що найменшою фітонцидною активністю (20%) характеризувалася *B. Pendula* Roth., що зростала поблизу ботанічного саду, який знаходиться на вул. Лесі Українки. Ця точка дослідження характеризується незначним транспортним потоком, віддаленістю від забруднюючих навколишнє середовище підприємств, тобто є чистою ділянкою, у зв'язку з чим ми прийняли її за умовний контроль.

Найбільшою фітонцидною активністю характеризувалися дерева, що зростали в парку «Комсомольському», що на вул. Крип'якевича. Ця ділянка знаходиться поблизу автомобільного шляху, який вважається об'їзною дорогою для вантажного транспорту. Інтенсивність руху автомобілів в цій точці висока. Серед транспортних засобів переважають вантажівки, які викидають в атмосферу значно більшу кількість діоксиду Нітрогену, ніж оксиду Карбону та більшу кількість сажі, порівняно з легковим транспортом. Тобто ця точка характеризується більшою загазованістю повітря. Низкою досліджень [3, 5] було показано, що у дерев і чагарників, що зростають у промислових зонах урбанізованого середовища, відмічається збільшення фітонцидної активності, порівняно з тими ж породами, що зростають далеко від джерел забруднення. Ймовірно, у несприятливих екологічних умовах у рослин порушуються фізіологічні процеси, що супроводжується захисною реакцією у вигляді більшого виділення фітонцидів.

В результаті дослідження фітонцидної активності *A. hippocastanum* L. З'ясовано, що в різних умовах міста вид характеризувався середньою і низькою фітонцидною активністю (0-50%) (таблиця). В. В. Слепих [8] відносить *A. hippocastanum* L. до середньофітонцидних рослин (37%), а І. А. Чемерис [10] – до найбільш фітонцидних. Найбільшою фітонцидною активністю відмічалися дерева, що зростали на умовно чистій ділянці поблизу Ботанічного саду (50%). На ділянках, що відрізнялися більшою загазованістю повітря, фітонцидна активність гіркокаштана була нижчою, і навіть відсутньою в точці, що знаходилася на мікрорайоні «Жовтневий». Такі особливості виділення фітонцидів *A. hippocastanum* L. були відмічені в дослідженнях С. О. Володарця (2011), який показав, що в умовах м. Донецька фітонцидна активність *A. hippocastanum* L., у відношенні до найпростіших *Paramecium caudatum* Ehr., пригнічувалась під дією шкідливих речовин забрудненого повітря [2, 3].

Таблиця

Фітонцидна активність деревних рослин в умовах м. Кам'янця-Подільського, М±m, %

Досліджуваний вид	Дослідні ділянки*			
	точка 1	точка 2	точка 3	точка 4
<i>Betula pendula</i> Roth	20 ± 0,9	45 ± 0,8	40 ± 0,7	35 ± 0,9
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	50 ± 0,4	30 ± 0,2	0	10 ± 0,3
<i>Acer platanoides</i> L.	15 ± 0,4	20 ± 0,3	25 ± 0,2	55 ± 0,3
<i>Tilia cordata</i> Mill.	10 ± 0,2	15 ± 0,4	30 ± 0,3	40 ± 0,4
<i>Juglans regia</i> L.	50 ± 0,2	45 ± 0,3	20 ± 0,3	25 ± 0,1

\*Точка 1 – район Ботанічного саду

Точка 2 – парк «Комсомольський» по вул. Крип'якевича

Точка 3 – сквер на мікрорайоні «Жовтневий», що на перехресті вулиць Нігинське шосе, Дружби народів і Васильєва

Точка 4 – територія поблизу ВАТ «Завод дереворізального інструменту «Мотор» ім. Г. І. Петровського»

Згідно досліджень В. В. Слепих [8], *A. platanoides* L. належить до видів, що мають фітонцидну активність нижче середньої. М. В. Кочергіна [4] відносить клен гостролистий до порід з високою фітонцидною активністю, а І. А. Чемерис [10] – до найбільш фітонцидних. Було встановлено, що в умовах м. Кам'янця-Подільського *A. platanoides* L. відноситься до видів з фітонцидною активністю нижче середньої, за винятком зразків, зібраних на ділянці

4 (територія поблизу ВАТ «Завод дереворізального інструменту «Мотор» ім. Г. І. Петровського»), що знаходиться поблизу автомобільного шляху зі значним транспортним навантаженням (таблиця). При цьому дерева, що зростали в умовно чистій ділянці характеризувалися найнижчою фітонцидною активністю (15%), а в більш загазованих транспортом – була більшою.

*T. cordata* Mill. в умовах м. Кам'янець-Подільського характеризувалася середньою і нижче середньої фітонцидною активністю (таблиця). При цьому найнижча фітонцидність була відмічена у *T. cordata* Mill., що зростала на умовно чистій території поблизу Ботанічного саду (10%), а найвищою – поблизу ВАТ «Завод дереворізального інструменту «Мотор» ім. Г.І. Петровського», де спостерігається інтенсивний рух автомобільного транспорту. Як уже відмічалось, такі зміни фітонцидної активності можуть бути захисною реакцією рослин на вплив шкідливих речовин повітря.

В результаті дослідження фітонцидної активності *J. regia* L., було з'ясовано, що в різних умовах м. Кам'янець-Подільського даний показник відрізнявся і коливався в межах 20-50% (таблиця). Згідно класифікацій деревних рослин за ступенем їх фітонцидної активності горіх волоський, в умовах досліджуваних ділянок, можна віднести до середньофітонцидних рослин. *J. Regia* L., який зростав поблизу ботанічного саду, що знаходиться на вул. Лесі України, характеризувався найбільшою фітонцидною активністю (50%). У ділянках же, які знаходяться поблизу автомобільних доріг, що характеризуються інтенсивним рухом транспорту, фітонцидна активність *J. regia* L. була меншою.

Отже, в умовно чистому середовищі найвищою фітонцидною активністю відзначалися гірकोкаштан звичайний і горіх волоський, а найнижчою – липа серцелиста (таблиця). На ділянках, що знаходилися в більш загазованому середовищі, фітонцидна активність клену гостролистого, берези повислої і липи серцелистої збільшувалася, порівняно з тими, що зростали на умовно чистій ділянці.

### Висновки

Внаслідок проведених досліджень з'ясовано, що деревні рослини в умовах м. Кам'янець-Подільського відрізняються своєю фітонцидною активністю, яка залежить від виду та середовища зростання. Фітонцидна активність деревних рослин може бути використана як додатковий показник індикації ступеня забруднення навколишнього середовища, а також як доказ необхідності підбору рослин-озеленювачів промислових і рекреаційних зон міста, з метою використання для очищення міського повітря від шкідливих мікроорганізмів і забруднюючих речовин. У зв'язку з тим, що досліджені види є декоративними, газостійкими та характеризуються високою і середньою фітонцидною активністю у період вегетації, їхнє використання в озелененні міста є доцільним.

1. Власюк В. Н. Фитонциды и средозащитная роль лесов / В. Н. Власюк // Фитонциды. — Киев: Наук. думка, 1981. — С. 146—148.
2. Володарець С. О. Фітонцидна активність у зв'язку з вмістом хлорофілів у листках деревних рослин в урбанізованому середовищі / С. О. Володарець // Промышлен. ботан. — 2012, Вып. 12. — С. 167—171.
3. Глухов О. З. До вивчення фітонцидної активності деревних рослин в умовах урбанізованого середовища. / О. З. Глухов, С. О. Володарець // — Пробл. екол. та охорони природи техноген. регіону. — Донецьк: ДонНУ, 2010. — № 1 (10). — С. 35—39.
4. Кочергина М. В. Антимикробное воздействие лесонасаждений на компоненты окружающей среды / М. В. Кочергина // Материалы междунар. конф. «Математика. Образование. Экология. гендерные проблемы». — М.: Прогресс-Традиция, 2001. — С. 365—370.
5. Кочергина М. В. Фитонцидные свойства сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях зелёной зоны г. Воронежа / М. В. Кочергина // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство: современные проблемы». — Воронеж, 2009. — С. 121—130.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 325 с.
7. Литвинова Л. И. Зелёные насаждения и охрана окружающей среды / Л. И. Литвинова, Ф. М. Левон. — Киев: Здоровье, 1986. — 65 с.

8. Слепых В. В. Фитонцидные и ионизирующие свойства древесной растительности / В. В. Слепых. — Кисловодск, 2009. — 180 с.
9. Токин Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах / Б. П. Токин. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1980. — 280 с.
10. Чиндяева Л. Н. Сезонная динамика антимикробной активности древесных растений в Сибири / Л. Н. Чиндяева, Н. В. Цыбуля, Т. И. Киселева // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство: Материалы. междунар. конф. (Ялта, 5–8 июня 2012 г.). — Ялта, 2012. — С. 145.

*И. Д. Григорчук, Т. Н. Супрович*

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко  
Подольский государственный аграрно-технический университет

#### АНАЛИЗ ФИТОНЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ Г. КАМЕНЦА-ПОДОЛЬСКОГО

Проанализировано фитонцидную активность древесных растений в различных условиях г. Каменца-Подольского. Показано, что в условно чистой среде наиболее высокой фитонцидной активностью отличались конский каштан обыкновенный и орех грецкий, а самой низкой – липа сердцевидная. На участках, находившихся в более загазованной среде, фитонцидная активность клена остролистного, березы повислой и липы сердцевидной увеличивалась, по сравнению с теми, которые произрастали на условно чистой территории. Предполагается, что фитонцидная активность древесных растений может быть использована как дополнительный показатель индикации степени загрязнения окружающей среды, а также в качестве доказательства необходимости подбора растений-озеленителей промышленных и рекреационных зон города, с целью использования для очистки городского воздуха от вредных микроорганизмов и загрязняющих веществ.

*Ключевые слова: фитонциды, древесные растения, условия роста, г. Каменец-Подольский*

*I. D. Grygorchuk, T. M. Suprovych*

Ivan Ohiyenko Kamianets-Podilsky National University, Ukraine  
Podilsky Technical University Of Agrarian Science, Ukraine

#### ANALYSIS OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF WOODY PLANTS IN THE ENVIRONMENTS OF KAMIANETS-PODILSKY

The antimicrobial activity of woody plants in different growth conditions of Kamianets-Podilsky has been analyzed in this paper. The objects of the study were *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth, *Aesculus hippocastanum* L., *Juglans regia* L. and *Tilia cordata* Mill. The research was conducted in four selected areas of the town in May 2015. The research was performed using the method of treatment of microorganisms by volatile organic substances of plants. A test culture was *Staphylococcus aureus*. The microbial growth medium nutrient agar was used for sowing crops. *S. aureus* 209 was bred to a suspension of 1: 700 million, which in volume of 0.5 ml was poured on the nutrient medium in a Petri cup. Entire plant leaves, 4 g, were placed on the lid which was covered by a cup filled with crops, excluding its contact with the nutrient medium. The treatment of microbial volatile substances occurred for several hours at room temperature. Then the cup was placed for 20 hours in a thermostat with the temperature of 37 °C. The number of colonies that grew in control Petri cups (without the plant material) corresponds to 100% growth of tested cultures. The antimicrobial activity in relation to tested cultures was determined according to the degree of its inhibition (%) in cups with the plant material, compared with control.

It has been found that the antimicrobial activity of *B. pendula* differed and ranged between 20-45% in different conditions of Kamyanets-Podilsky. The trees that grew near the botanical garden (the conditional control area) demonstrated the lowest antimicrobial activity and the highest activity occurred in the park "Komsomol" located in Krypiakevych Street, which is considered to be a bypass road for freight transport and thus, is characterized by higher levels of air pollution.

*A. hippocastanum* in different urban environments was characterized by the average and low antimicrobial activity (0-50%). The most antimicrobial activity was demonstrated by the trees that

grew in relatively clean area near the Botanical Gardens (50%) and in the areas with higher levels of air pollution the antimicrobial activity was lower, and even lacking in Zhovtnevy district.

*A. platanoides* in the conditions of Kamyanets-Podilsky were classified by the average and below average antimicrobial activity, except samples collected in the area near VAT “Wood and Tool Plant “Motor “ named after G.I. Petrovsky”, located near the highway with heavy traffic load. Trees that grow in relatively clean area were characterized by the lowest phytoncide activity (15%), and in more polluted areas the phytoncide activity was higher.

*T. cordata* in the environments of Kamyanets-Podilsky was characterized by average or below average antimicrobial activity. The lowest antimicrobial activity was noted in *T. cordata*, which grew at relatively clean area near the Botanical Gardens (10%), the highest activity was fixed near VAT “Wood and Tool Plant “Motor” named after G.I. Petrovsky” where there is a heavy traffic road.

The antimicrobial activity of *J. regia* in different urban environments ranged from 20-50%. According to classifications of woody plants the walnut tree can be referred to plants with the average degree of antimicrobial activity. *J. regia*, that grew up near the Botanical Gardens was characterized by the highest antimicrobial activity (50%). In the areas located near highways the antimicrobial activity of *J. regia* was lower.

We assume that the changes of antimicrobial activity of different trees in the city can be a protective reaction of plants on the impact of air pollutants.

It is suggested that the antimicrobial activity of woody plants can be used as an additional indicator showing the degree of pollution and also as a proof of the necessity of selection of plants-landscapers in industrial and recreational areas of the city for the purification of urban air from harmful microorganisms and pollutants.

*Keywords: the antimicrobial activity, woody plants, growing conditions, Kamianets-Podilsky*

Рекомендує до друку  
М. М. Барна

Надійшла 13.01.2016

УДК 582.971.1

В. М. ЛАВРІНЕНКО

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова  
вул. Пирогова, 9, Київ, 01601

## **LONICERA NIGRA L. - АВТОХТОННИЙ ВИД ФЛОРИ УКРАЇНИ**

Виявлено основні локалітети та досліджено склад природних угруповань виду *Lonicera nigra* L. у флорі України, уточнено місця його гербаризації. За результатами досліджень – 16 місцезнаходжень рослин виду *Lonicera nigra* L. підтверджено, а також в 4-х випадках підтверджено та виявлено нові локалітети виду. Нами виявлено місцезростання *Lonicera nigra* L. на горі Говерла (Рахівський р-н, Закарпатської обл.) на висоті близько 1000 м над рівнем моря в монодомінантному ялиновому лісі в асоціації *Piceetum mustsosum* та поясі букових лісів Українських Карпат в околицях с. Климець в Сколівському районі Львівської області де вид входить до складу чагарникового ярусу чистої бучини. Встановлено, що місцезростання виду *Lonicera nigra* L. приурочені до західної частини України – Українські Карпати (Зовнішньокарпатська, Вододільно-Верховинська, Полонинсько-Чорногірська, Вулканічно-міжгірноуологовинна та Закарпатська низовинна області). Українська частина ареалу виду розміщена в Закарпатській, Чернівецькій, Івано-Франківській та Львівській областях. Природні угруповання виду приурочені до карпатських букових та ялинових монодомінантних лісів і входять до асоціацій *Piceeto-Fagetum*. Підлісок розріджений, представлений *Daphne mezereum* L., *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea ulmifolia* Scop. та *L. nigra*. В трав'яно-



чагарниковому ярусі домінують *Oxalis acetosella* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Asarum europaeum* L., *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Campanula latifolia* L. В угрупованнях *L. nigra* трапляється поодинокими особинами. Вид *Lonicera nigra* L. є асектатором, який входить до складу фітоценозів, однак, на створення фітосфери не впливає, оскільки займає специфічні екологічні ніші на узліссях, галявинах, вздовж потоків та на скелястих схилах, де трапляються лише поодинокі особини.

*Ключові слова:* *Lonicera nigra* L., локалітет, угруповання, місцезнаходження, місцезростання

*Lonicera nigra* L. – середньоевропейський елемент флори України, диз'юнктивний ареал якого охоплює Піренеї, Центральний масив, гірські масиви: Овернь, Севенни, Вогези, Апеніни, Балкани, Альпи та Карпати (Іспанія, Франція, Італія, Швейцарія, Австрія, Німеччина, колишня Югославія, Болгарія, Румунія, Чехія, Словаччина, Польща, Україна) [5, 7, 8, 9]. Вид *L. nigra* – третинний релікт флори Європи, викопні рештки якого виявлено разом із палеонтологічними рештками 78 видів, в числі яких *Taxus baccata* L., *Cedrus libani* A. Rich., *Picea abies* (L.) Karst., *Salix nigricans* L., на Балканах поблизу м. Куріло в Болгарії [10]. Результати палінологічного та молекулярного аналізів підтвердили збереженість виду під час льодовикового періоду в рефугіумах у Східних Карпатах [5]. В горах Європи вид *L. nigra* L. зростає в широкому висотному діапазоні від поясу букових лісів до субальпійського поясу. В Альпах вона приурочена до букових, ялицево-букових, ялицевих, ялинових лісів союзу *Vaccinio-Piceion* та субальпійських угруповань *Rhodoreto-Vaccinietum*, *Mugeto-Rhodoretum hirsute* [3, 6]. В Татрах вид *L. Nigra* L. ценотично пов'язаний з ялиновими лісами *Plagiothecio-Piceetum tatricum* та буковими лісами *Fagetum carpaticum* [2, 4].

В Українських Карпатах, як зазначає А. Златник, *L. nigra* зростає в гірських ялинниках і спорадично зустрічається в бучинах, а також проникає в субальпійський пояс, де зустрічається в угрупованнях *Duchekietum viridis* [2, 11]. Літературних відомостей, про природні локалітети та склад природних угруповань виду *L. nigra* L. небагато саме тому дане питання є актуальним для вивчення.

**Метою** дослідження було уточнення природних місцезростань виду *L. nigra* L. в Українських Карпатах, а також вивчення природних угруповань виду.

### Матеріал і методи досліджень

Вивчення природних локалітетів виду *L. nigra* L., здійснювали на основі аналізу літературних джерел, матеріалів гербаріїв України (Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (KW), Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (KWH), Львівського національного університету імені І. Я. Франка (LW).) та експедиційних виїздів на західну Україну. Фітоценотичні описи проводились за методикою, викладеною в роботі Т.А. Работнова [1].

### Результати досліджень та їх обговорення

*L. nigra* L. – гірський вид, висотний градієнт місцезнаходжень якого розміщений в діапазоні висот від 380 м над рівнем моря в масиві Лобань в Польщі до 1625 м в Татрах та 2000 м в Альпах. Диз'юнкції в ареалі виду приурочені до рівнинних територій.

В Українських Карпатах ареал *L. nigra* L. є частиною обширної східнокарпатської географічної популяції виду. Наводимо список місцезнаходжень виду в Українських Карпатах: **Закарпатська обл.** Рахівський р-н, гора Менчул (Попов, 1949, Попов, 1946, KW, Черушович, 1947, KW) (+)<sup>3</sup>; Рахівський р-н, околиці с. Ясіня (Истоміна, 1955)(+)<sup>3</sup>; Рахівський р-н, с. Ясіня, Лопушанське лісництво біля г. Петрос (Барбарич, Барбарич, 1947, KW; Зіман, 1981, KW) (+)<sup>3</sup>; Рахівський р-н, с. Богдан, потік Кваси (Росіз, 1946, KW; Барбарич, Барбарич, KW, 1947; Чопик, 1953, KW) (+)<sup>3</sup>; Рахівський р-н, с. Говерла (Котов, 1947, KW; Лавріненко, 2012) (+)<sup>1</sup><sup>2</sup>; Рахівський р-н, по схилах хр. Свидовець (Гринь, 1947, KW) (+)<sup>3</sup>; Рахівський р-н, підйом на гору Говерлу на висоті 600 м (Котов, 1947, KW; Лавріненко, 2012) (+)<sup>1</sup><sup>2</sup>; Рахівський р-н, с. Росішка (Баточенко, 1999, LW) (+)<sup>3</sup>; Рахівський р-н, околиці с. Кваси (Харкевич, 1957, KWH) (+)<sup>3</sup>; Тячівський р-н, урочище Совине біля р. Мокрянка (Гринь, 1947, KW) (-)<sup>1</sup>; Воловецький р-н, на перевалі Вереському (Барбарич, Гончаров, Кукало, 1954, KW) (-)<sup>1</sup>; Воловецький р-н, г. Пікуй (Котов,

Чопик, 1960, KW) (+)<sup>3</sup>; Перечинський р-н, с. Лумшори на схилах до р. Водянич (Рогіз, 1946, KW) (-)<sup>1</sup>; Перечинський р-н, по дорозі на полонину Рівна від с. Лумшори (Гринь, 1947, KW) (-)<sup>1</sup>; Велико-Березнянський р-н, с. Мотянська Голиця (Чопик, 1956, KW) (+)<sup>3</sup>; Велико-Березнянський р-н, Ушоцький перевал (Чопик, Стопкань, 1966, KWHA) (-)<sup>1</sup>; **Чернівецька обл.** Путильський р-н, околиці с. Шепіт, Гута-Кутське лісництво (Котов, Омельчук, 1957, KW; Барбарич, 1957, KW) (+)<sup>3</sup>; Путильський р-н, с. Селятин (Росіз, 1947, KW; Барбарич та ін., 1954, KW) (+)<sup>3</sup>; Путильський р-н, хребет Чорний Діл, гора Великий Камінь, урочище Перкалаб (Чопик, Стопкань, 1966, KWHA) (+)<sup>3</sup>; Путильський р-н, с. Сергії (Барбарич та ін., 1954, KW) (-)<sup>1</sup>; **Івано-Франківська обл.**, Надвірнянський р-н, околиці с. Волосів (Blocki, 1902, LW; Барбарич та ін., 1954, KW) (+)<sup>3</sup>; Верховинський р-н, Перкалабське лісництво (Коротченко, Чорней та ін., 2004, KW) (+)<sup>3</sup>; Косівський р-н, Чивчинські гори верхня межа лісу, під вершиною (Стопкань, 1964, KW) (+)<sup>3</sup>; **Львівська обл.**, Сколівський р-н, с. Коростів, станція Щебеля (Чопик, 1956, KW) (+)<sup>3</sup>; Сколівський р-н, околиці с. Климець, верхів'я р. Стрий (Чопик, 1955, KW; Лавріненко, 2013) (+!)<sup>2</sup>; Турківський р-н, с. Головське, гора в районі Пікуя (Чопик В.І., 1955, KW) (+!)<sup>2</sup>; Турківський р-н, околиці с. Красне (Ткачик, 1986, KWHA) (+)<sup>3</sup>.

Аналіз місцезнаходжень рослин виду *L. nigra*, показав, що місцезростання його приурочені до західної частини України – Українські Карпати (Зовнішньокарпатська обл., Вододільно-Верховинська обл., Полонинсько-Чорногірська обл., Вулканічно-міжгірноулоговинна обл., Закарпатська низовинна обл.). За результатами досліджень 16 місцезнаходжень рослин виду *L. nigra* підтверджено, а також в 4-х випадках підтверджено та виявлено нові локалітети виду, 6 місцезнаходжень не підтверджено, що пов'язано з неточно вказаними координатами на гербарних матеріалах зібраних попередніми авторами.

Нами виявлено місцезростання *L. nigra* L. на горі Говерла (Рахівський р-н, Закарпатської обл.) на висоті близько 1000 м над рівнем моря в монодомінантному ялиновому лісі асоціації *Piceetum muscosum*. Ґрунти торф'янисто-підзолисті. Підлісок розріджений, представлений *Daphne mezereum* L., *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea ulmifolia* Scop. та *L. nigra* L. В трав'яно-чагарниковому ярусі домінують *Oxalis acetosella* L., *Vaccinium myrtillus* L., трапляються *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth., *Homogyne alpina* (L.) Cass., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & C. Mart., *Soldanella hungarica* Simonk., *Rumex carpathicus* Zapal. Моховий покрив добре розвинений. Він представлений *Dicranum scoparium* Hedw., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bryol., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Polytrichum commune* Hedw. та *Rhytidia delphustriguetrus* (Hedw.) Warnst. В цьому угрупованні *L. nigra* L. трапляється дуже рідко поодинокими особинами, головним чином біля струмків та на скелястих схилах.

Такою ж рідкісною є *L. nigra* L. і в поясі букових лісів Українських Карпат. За нашими спостереженнями в околицях с. Климець в Сколівському районі Львівської обл. (Климецьке лісництво кв12) *L. nigra* L. входить до складу чагарникового ярусу чистої бучини. Ґрунти – опідзолені буроземи. Деревостан – монодомінантний. У зв'язку з високою затіненістю букового лісу підлісок та трав'яний ярус слабо виражені. З кущів, окрім *L. nigra* L., тут представлені *Daphne mezereum* L. та *Rubus hirtus* Waldst. & Kit. В трав'яному ярусі, окрім *Carex pilosa* Scop., зустрічаються *Asarum uropaeum* L., *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Campanula latifolia* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. & Kit.) Gren., ліана *Hedera helix* L. Поодинокі кущі *L. nigra* L. зростають на узліссях, галявинах, та вздовж струмків.

Наведені фітоценотичні описи свідчать, що *L. nigra* L. є асектатором карпатських букових та ялинових лісів, тобто видом, який постійно входить до складу їхніх фітоценозів, однак, не впливає на створення фітосфери, оскільки займає лише специфічні екологічні ніші на узліссях, галявинах, вздовж потоків та на скелястих схилах, де трапляються лише поодинокі особини.

<sup>1</sup>(-) – місцезнаходження не підтверджені автором;

<sup>2</sup>(+!) – підтверджені та нові місцезнаходження виду автором;

<sup>3</sup>(+) – місцезнаходження підтверджені автором;

**Висновки**

*Lonicera nigra* L. – середньоєвропейський елемент флори України, диз'юнкції в ареалі якого приурочені до рівнинних територій. Українська частина ареалу розміщена в Закарпатській, Чернівецькій, Івано-Франківській та Львівській областях. Місцезростання *L. nigra* L. приурочені до карпатських букових та ялинових монодомінантних лісів і входять до асоціацій *Piceeto-Fagetum*. За результатами експедиційних виїздів 16 місцезнаходжень рослин виду *Lonicera nigra* L. підтверджено, в 4-х випадках підтверджено та виявлено нові локалітети виду, 6 місцезнаходжень не підтверджено. Вид *Lonicera nigra* L. є асектатором, який займає специфічні екологічні ніші.

1. Работнов Т.А. Определение возрастного состава популяций видов в естественных растительных сообществах / Т.А. Работнов // Полевая геоботаника. — М.—Л.: Наука, 1964. —Т. 3. — С. 132—146.
2. Чопик В.І. Високогірна флора Українських Карпат / В.І. Чопик — Київ: Наукова думка, 1976. — 270 с.
3. Шмитхюзен И. Общая география растительности / И. Шмитхюзен. — Москва: Прогресс, 1966. — 311 с.
4. Danilewicz W. Rola w strukturze i funkcjonowaniu fitocenoz / W. Danilewicz, P. Pawlaczyk // Biologia ńwierkarpolitego. — Poznan: Bogucki wychownicw Naukowe, 1998. — S. 359—426.
5. Deneck H., Abrakam V., Fer T., Marhoed K. Phylogeography of *Lonicera nigra* in Central Europe inferred from molecular and pollen evidence / H. Deneck, V. Abrakam, T. Fer, K. Marhoed. — Preslia: 2011. — P. 237—257.
6. Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropa smitten Alpen / H. Ellenberg, C. Leuschner. — Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2010. — 1334 s.
7. Gostycka–Jakuszewska M., Zielinski J. Atlas rozmieszczenia drzew i krzewow w Polsce / M. Gostycka–Jakuszewska, J. Zielinski. — Poznań: 1976. — 18 z.
8. Hegi G. Illustrierte flora von Mitteleuropa / G. Hegi. — Berlin-Hamburg: VerlagPaulParey, 1986. — 96 s.
9. Meusel H., Jager E., Weiner E. Vergleichende Chorologie der Zentral europäischen Flora / H. Meusel, E. Jager, E. Weiner. — Jena: Verlag Fischer, 1965, — B. 1. — 583 s.
10. Stojanoff N., Stefanoff B. Fossile Pflanzenreste aus den Ablagerungen bei Kurilo / N. Stojanoff, B. Stefanoff // Beitrag zur Kenntnis der Pliozänflora der Sofia (Rev. Soe. Geol. bulgare). — 1929. — P. 1—3.
11. Zlatnik A. Vevoja slojenipairo zenyzhlesuna Podkarpatskij Rusi a jejich vztah ke stanovisti / A. Zlatnik // Studie o stetnich lesich na Rodkarpatski Rusi. Dilreti. — Praha, 1936 — S. 69—205.

*В. М. Лавриненко*

Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова

**LONICERA NIGRA L. – АВТОХТОННЫЙ ВИД ФЛОРИ УКРАИНЫ**

Виявлені основні локалітети і досліджено склад природних груп виду *Lonicera nigra* L. во флорі України, уточнені місця його гербаризації. По результатам досліджень - 16 місць знаходжень рослин виду *Lonicera nigra* L. підтверджено, а також в 4-х випадках підтверджені і виявлені нові локалітети виду. Установлено, що місця произростання виду *Lonicera nigra* L. приурочені к західній частині України - Українські Карпати (Внешнекарпатська, Вододільно-Верховинська, Полонинсько-Черногорська, Вулканичеськи-мижгорноулоговинна і Закарпатська низменная області). На висоті около 1000 м над рівнем моря в монодомінантному еловому лісі в асоціації *Piceetum mustosum* і поясе букових лісів Українських Карпат в околицях с. Климець в Сколевському районі Львівської області, де вид входить в склад кустарникового ярусу чистої бучини. Українська частина ареалу виду розміщена в Закарпатській, Черновецькій, Івано-Франківській і Львівській областях. Природні групи виду приурочені к карпатським буковим і еловим монодомінантним лісам і входять в асоціації *Piceeto-Fagetum*. Підлісок разрежений, в склад котрого входять *Daphne mezereum* L., *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea ulmifolia* Scop. і *Lonicera nigra* L. В трав'яно-кустарниковому ярусі домінують *Oxalis acetosella* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Asarum europaeum* L., *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Campanula latifolia* L. В групах *Lonicera nigra* L. зустрічається єдиничними особами. Таким образом, вид *Lonicera nigra* L. являється асектатором, который входить в склад фітоценозів, однак, на створення

фітосфери не впливає, поскільки займає специфічні екологічні ніші на опушках, полянах, вздовж потоків і на скalistих схилах, де зустрічаються лише єдиничні особини.

*Ключевые слова:* *Lonicera nigra* L., локалітет, групування, місця знаходження, місця вирощування

V. M. Lavrynenko

Drahomanov National Pedagogical University, Ukraine

#### LONICERA NIGRA L. – AUTOCHTHONOUS GENUS OF THE UKRAINIAN FLORA

The principle location of genus *Lonicera nigra* L. is revealed and the structure of its natural grouping in the flora of Ukraine is investigated in this article. The places of its herbariae are précised. According to the research results 16 plant locations of genus *Lonicera nigra* L. are confirmed and new species locations in 4 cases are acknowledged and detected. We have exposed the deposit of *Lonicera nigra* L. on the mountain Hoverla (Rakhiv district) on the approximate height 1000 metres above sea level in the predominant fir-wood in *Piceetum mustosum* association and the beech-wood zone of the Carpathian mountains in the suburbs of the village of Klymenets (Skole district, Lviv region), where the genus is a part of the clear elder cluster. It is determined that the genus *Lonicera* position belongs to the western part of Ukraine – the Carpathian Mountains (Zovnishnokarpatska, Vododilno-Verkhovynska, Polonynsko-Chornohirska and Transcarpathian lowland regions). The Ukrainian part of a natural habit of species is located in Zakarpattia, Chernivtsi, Ivano-Frankivsk and Lviv regions. Natural grouping of genus refers to the Carpathian predominate beech and fir forests and is a part of *Piceeto-Fagetum* association. Underbrush is represented by *Daphne mezereum* L., *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea ulmifolia* Scop. and *Lonicera nigra*. *Oxalis acetosella* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Asarum europaeum* L., *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Campanula latifolia* L. prevail in the grass shrub clusters. *Lonicera nigra* L. is found as a solitary unit in grouping. *Lonicera nigra* L. is rare in the beech-wood area of the Carpathians. In the suburbs of the village of Klymenets in Skole district, Lviv region (Klymenets forestry) *Lonicera nigra* L. is a part of the clear elder cluster. Forest stand is monodominant. Due to the high darkness of the beech forest the underbrush and the grass cluster are poorly marked. Among bushes, except *Lonicera nigra* L., *Daphne mezereum* L. and *Rubus hirtus* Waldst. & Kit are represented here. In the grass cluster, except *Carex pilosa* Scop., *Asarum europaeum* L., *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Campanula latifolia* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. & Kit.) Gren., *Hedera helix* L. are found. Solitary bushes grow in skirts, lawns, along streams. The genus *Lonicera nigra* L. is an aseptator, it is a part of the plant communities, and however, it does not affect the creation of the phytosfera. The *Lonicera nigra* L. covers specific ecological niches on edges, meadows, along streams and on rocky slopes, where there are only a few individuals.

*Keywords:* *Lonicera nigra* L., localities, grouping, place growth, location, aseptator, phytocoenosis

Рекомендує до друку

М. М. Барна

Надійшла 21.01.2016

УДК 581.55. 504.73 (477.60)

Л. П. ЛИСОГОР

Криворізький державний педагогічний університет  
пр-т. Гагаріна, 54, Кривий Ріг, 50086

## **АНАЛІЗ АДВЕНТИВНОЇ ФРАКЦІЇ ПЕРЕЛОГІВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я**

В статті представлені результати аналізу адвентивної фракції (встановлено первинний ареал, походження, час заносу, ступінь натуралізації) перелогів Правобережного степового Придніпров'я. Аналіз адвентивного елемента є обов'язковим компонентом дослідження як природних, так і трансформованих флор. Встановлено, що в спектрі провідних родин адвентивного елемента зростає роль видів родини Brassicaceae. За походженням у флорі перелогів переважають види, які своїми ареалами охоплюють помірні та субтропічні області Голарктичного царства у межах Євразії. Види, які ми відносимо до перехідного типу ареалу, представлені у дослідженій флорі перелогів виключно синантропами. Виявлені особливості структури адвентивного елемента: за часом занесення переважають археофіти, способом занесення асколютофіти, а способом занесення – агропекофіти. Адвентивна фракція флори перелогів Правобережного степового Придніпров'я формуються переважно за рахунок видів, первинними ареалами яких є Північна Америка.

*Ключові слова:* флора, географічна структура, адвентивні види, геоелемент, ареал, переліг, демуація

Посилення антропогенного впливу на природні фітоценози призводить, з одного боку, до збіднення видового складу регіональних флор, з іншого – до експансії та натуралізації неаборигенних (адвентивних) видів. Ецезис адвентивних видів у природні угруповання призводить до втрати регіональної специфіки флори та уніфікації рослинних угруповань на великих територіях. Тому проблема адвентизації флори, як наслідок порушень природного середовища, є досить актуальною.

Мета роботи полягала у проведенні аналізу адвентивної фракції флори перелогових екосистем ПСП (за типами ареалів, часом занесення, способом занесення, ступенем натуралізації).

### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єктом дослідження була адвентивна фракція перелогів різних стадій демуації Правобережного степового Придніпров'я. У дослідженні використовувалися загальноприйняті методи [1, 6].

Назви судинних рослин наводяться за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [8] з деякими уточненнями за С.К. Черепановим [7].

В основу класифікації ареалів видів покладено фізико-географічний зональний та флористичний поділ Землі [4–5].

Аналіз адвентивної фракції флори здійснювався з використанням класифікації синантропних видів за часом занесення Я. Корнася [8] і за ступенем натуралізації А. Телунга [10], у варіанті Я. Корнася з доповненнями В.В. Протопопової [2]. Оцінка ступеню і характеру антропогенної трансформації рослинного покриву проведена з використанням індексу адвентизації [2–3, 8, 10].

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Видовий склад адвентивної фракції перелогів ПСП налічує 35 видів судинних рослин, які відносяться до 31 роду та 12 родин. Найбільш видовими родинами є *Asteraceae* Dumort. – 12 видів (34,3%), *Brassicaceae* Burnett – 8 (22,9%), *Poaceae* Barnhart та *Chenopodiaceae* Vent. – по 3 (8,6%), інші – включають 9 видів, що становить відповідно 25,7%.

У складі флори перелогів ПСП лише 4 роди (*Kochia* Roth, *Lepidium* L., *Lappula* Moench, *Sisymbrium* L.) представлені 2 видами (5,7%), решта 27 родів є монотипними.

## БОТАНІКА

В результаті ареалогічного аналізу адвентивних видів флори перелогів виділено групи видів з п'ятьма типами первинних ареалів: голарктичним, палеарктичним, пліурирегіональним, причорноморським та перехідним (табл. 1).

Палеарктичний тип ареалу є найбільш представленим у флорі перелогів (15 видів; 42,8%), які за еколого-ценотичними характеристиками є синантропними рослинами.

Таблиця 1

Географічна структура адвентивної фракції флори перелогів ПСП за типами первинних ареалів

Тип ареалу, геоелемент	Флора перелогів, %
<i>Пліурирегіональний</i>	1 (2,9)
<i>Голарктичний</i>	8 (22,9)
<i>Палеарктичний</i>	
широкопалеарктичний	7 (20,0)
західнопалеарктичний	6 (17,1)
південнопалеарктичний	2 (5,7)
<i>Причорноморський</i>	1 (2,9)
<i>Група рослин перехідних ареалів</i>	
європейсько-середземноморсько-передньоазіатський	4 (11,4)
центральноевразійсько-середземноморсько-передньоазіатський	3 (8,6)
центральноевразійсько-середземноморський	2 (5,7)
<b>Всього видів</b>	<b>35</b>

Види, які ми відносимо до перехідного типу ареалу, представлені у дослідженій флорі перелогів виключно синантропами – *Bromus squarrosus* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Centaurea diffusa* Lam., *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Lepidium perfoliatum* L., *Paraver dubium* L. та ін. Їх частка у флорі перелогів складає 25,7%.

Необхідно зазначити, що за походженням у флорі перелогів переважають види, які своїми ареалами охоплюють помірні та субтропічні області Голарктичного царства у межах Європи – *Atriplex tatarica* L., *Cichorium intybus* L., *Lepidium ruderae* L., *Sisymbrium loeselii* L. та ряд інших.

Серед адвентивних видів флори перелогів за часом занесення переважають археофіти (19 видів; 54,3 %). Це можна пояснити тим, що перелогові землі є вторинними осередками вселення цих видів у процесі синантропізації місцевої флори.

Таблиця 2

Характеристика адвентивної фракції флори перелогів ПСП (кількість видів, %)

Група видів	Флора перелогів
<i>За часом занесення</i>	
Еунеофіти	2 (5,7)
Кенофіти	14 (40,0)
Археофіти	19 (54,3)
<i>За способом занесення</i>	
Ксенофіти	3 (8,6)
Ергазіофіти	4 (11,4)
Аколютофіти	28 (80,0)
<i>За ступенем натуралізації</i>	
Ефемерофіти	–
Колонофіти	2 (5,7)
Епекофіти	8 (22,9)
Агріоепекофіти	25 (71,4)

За способом занесення види адвентивної фракції перелогів поділено на три групи: аколютофіти, ксенофіти та ергазіофіти (табл. 2). У різновікових перелогових угрупованнях за

ступенем натуралізації найчисельнішими є агріоепекофіти (25 видів; 71,4%). Епекофітами є 8 видів (22,9%), а колонофіти представлені 2 видами (5,7%). Індекс адвентизації для флори перелогів складає 20,6%.

### Висновки

Проведений аналіз адвентивної фракції перелогів показав, що у таксономічному спектрі провідних родин високою є участь представників родин *Asteraceae* Dumort, *Brassicaceae* Burnett, *Poaceae* Barnhart та *Chenopodiaceae* Vent. Простежується зближення спектру родин адвентивної фракції перелогів із флорою Давного Середземномор'я. Адвентивна фракція флори перелогів Правобережного степового Придніпров'я формуються переважно за рахунок видів, первинними ареалами яких є Північна Америка. Серед них за часом занесення переважають еунеофіти – *Amarantus albus*, *Ambrosia artemisifolia*, *Asclepias syriaca* L., *Grindelia squarosa*, *Kochia scoparia* та ін.

1. *Александрова В.Д.* Изучение смен растительного покрова / В.Д. Александрова // Полевая геоботаника. — М.-Л.: Из-во АН СССР, 1964. —Т. 3. — С. 300—407.
2. *Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры / Раиса Ивановна Бурда. — Киев: Наук. думка, 1991. — 169 с.
3. *Протопопова В.В.* Синантропная флора Украины и пути ее развития / Вера Васильевна Протопопова. — К.: Наук. думка, 1991. — 200 с.
4. *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли / Армен Леонович Тахтаджян. — Л.: Наука, 1978. — 247 с.
5. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений / Александр Иннокентьевич Толмачев. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1974. — 244 с.
6. *Юнатов А.А.* Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1964. — Т. 3. — С. 9—38.
7. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — С.-П.: Мир и семья, 1995. — 992 с.
8. *Kornas J.* Geographical-historical classification of synanthropic plants. — Mater. Zakl. Fitosoc. Stos. UW, 1968. — P. 33—41.
9. *Mosyakin S.L.* Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kiev, 1999. — 346 pp.
10. *Thellung. A.* Rflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen / A. Thellung // Bot. Jahresber., Syst. Pflanzengesch, und Pflanzengeogr. — 1915. — Bd. 53. — № 3(5). — S. 37—66.

*Л. П. Лисогор*

Криворожский государственный педагогический университет

### АНАЛИЗ АДВЕНТИВНОЙ ФРАКЦИИ ЗАЛЕЖЕЙ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВ'Я

В статье представлены результаты анализа адвентивной фракции (установлен первичный ареал, происхождение, время заноса, степень натурализации) залежей Правобережного степного Приднепровья. Анализ адвентивного элемента является обязательным компонентом исследования как естественных, так и трансформированных флор. Установлено, что в спектре ведущих семейств адвентивного элемента увеличивается роль видов семейства *Brassicaceae*. По происхождению во флоре залежей преобладают виды, которые своими ареалами охватывают умеренные и субтропические области Голарктического царства в пределах Евразии. Виды, какие мы относим к переходному типу ареала, представлены в исследованной флоре залежей исключительно синантропами. Выявленные особенности структуры адвентивного элемента: преобладают археофиты, асколютофиты, агриэпекофиты. Адвентивная фракция флоры залежей Правобережного степного Приднепровья формируются преимущественно за счет видов, первичными ареалами которых является Северная Америка.

*Ключевые слова:* флора, географическая структура, адвентивные виды, геоэлемент, ареал, залежь, демутиация

L. P. Lysohor

Krivoy Rog State Pedagogical University, Ukraine

#### ANALYSIS OF ADVENTIVE FRACTION OF FLORA OF ABANDONED LANDS OF RIGHT-BANK STEPPE PRYDNIPROVIA

Results of the analysis of the adventive fraction of abandoned lands of Right-bank steppe Prydniprovya according to the natural habitat, the immigration period, a degree of naturalization, the origin of species have been given in the article.

Almost every country contains at least some adventive species, mostly due to human activities, which cause the importation of alien species. Disturbed habitats generally supply favorable conditions for colonizing species. Abandoned lands are therefore ideal for the establishment of migrating alien species. A lot of these species are herbaceous annuals, many of which are regarded as weeds.

Strengthening of the anthropogenic impact on natural phytocenoses leads, on the one hand, to the impoverishment of species communities of regional floras, on the other hand – to the expansion and naturalization of alien (adventive) species. The introduction of adventive species in natural groups leads to the loss of regional specificity of the flora and the unification of plant communities over large areas. The problem of flora adventivization flora as a consequence of violations of the natural environment is very important.

The analysis of alien plant fractions is a required component of the scientific research of natural as well as anthropogenically transformed floras. Alien plants pose problems in the conservation of biodiversity, especially by invasion and successive mal-effects on the local ecosystem and biodiversity. Under the adventive fraction of flora, we understand the totality of invasive species, the appearance of which is not related to the natural course of florogenesis. The adventive fraction of abandoned lands of Right-bank steppe Prydniprovya is represented by 35 species of vascular plants from 31 genera and 12 families. The role of species of the family Brassicaceae is increasing in the taxonomical spectrum of leading families of alien species. By its origin the flora of abandoned lands is dominated by the species covering with their natural habitats the moderate and subtropical regions of the Boreal (Holarctic) kingdom within limits of Eurasia. The species of transitional type of natural habitat are represented in the flora of abandoned lands exclusively by synanthropic plants (invasive plants with unknown rank of naturalization) – *Bromus squarrosus* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Centaurea diffusa* Lam., *Diploaxis muralis* (L.) DC., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Lepidium perfoliatum* L., *Papaver dubium* L. and others. It can be explained by the fact that common post-technogenic and technogenic ecotypes, which are primary locations of alien species introduction, are widely spread in the territory of Right-bank steppe Prydniprovya; abandoned lands are secondary locations for these species in the process of synanthropization of the local flora. The peculiarities of the adventive element structure have been determined: the domination of archaeophytes (plants listed at cultural land in prehistoric times, established before 1500 AD), akolutophytes (man-made habitats colonizing invasive plants, immigrated without anthropogenic influences), agrioepaecophytes (invasive plants established in natural or semi-natural vegetation naturalized independently from cultivation). The adventive fraction of flora of abandoned lands of Right-banks steppe Prydniprovya is formed mainly by the species whose primary habitat is North America. Among them the time drift is dominated by euneophytes – *Amarantus albus*, *Ambrosia artemisifolia*, *Asclepias syriaca* L., *Grindelia squarosa*, *Kochia scoparia* and others. They are classified as invasive species because of the rapid reproduction, the rapid spread and a high degree of naturalization.

*Keywords: flora, geographical structure, geographical elements, alien species, abandoned lands, demutations*

Рекомендує до друку

Надійшла 21.01.2016

М. М. Барна



# ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 504.45

О. О. БЄДУНКОВА, В. О. КОНОНЧУК

Національний університет водного господарства та природокористування  
вул. Соборна, 11, Рівне, 33028

## **ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ РІЧКИ УСТЯ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ**

Проведено оцінку рівнів токсичності різних ділянок річки Устя методом біотестування з використанням акваріумної водорості *Vallisneria*. Виявлено зростання токсичності донних відкладів у середній частині, а поверхневих вод – від верхів'я до гирла. Найбільш несприятлива токсикологічна ситуація виявлена в межах міста Рівне.

*Ключові слова: поверхневі води, донні відклади, токсичність, гідроекосистема*

Інтегральну оцінку якості водного середовища дозволяють отримати методи біотестування, які все частіше використовуються не як доповнення до існуючої системи хіміко-аналітичного контролю води, а як засіб виявлення принципово нових характеристик та властивостей забруднення, що не можуть бути отримані іншими методами [1]. Забезпечення високої інформативності біотестування залежить від набору критеріїв діагностики, при чому, важливим питанням є їх собівартість і технічна простота спостережень за ефектами забруднень.

Під біотестом розуміють систему, або визначений набір взаємопов'язаних елементів, що складається з трьох основних частин: 1) тест-об'єкта, який підлягає відповідному впливу зі сторони експериментатора; 2) метода, або набору методів для реєстрації (фіксації) досліджуваної реакції або характеристики (тест-функції); 3) метода обробки одержаної інформації [2]. Вибір тест-організмів визначається їх розповсюдженістю, простотою утримання та культивування в лабораторії, низькою собівартістю, простотою методик спостережень. Однак, ні один з організмів не є універсальним та самим чутливим до всіх речовин у однаковій мірі [3]. Тому, при виборі тест-об'єкту необхідні знання не лише про стратегію життєвого циклу цього виду в цілому, а й про його здатність витримувати несприятливі умови на різних стадіях онтогенезу [4].

Залежно від цілей досліджень, тривалість експериментів варіює від декількох хвилин до декількох місяців. При цьому, ряд авторів [1-5] відмічають, що тест-функції, які використовуються при дослідженнях повинні давати чітку і точну реакцію на токсичний вплив та мало залежати від тривалості експерименту. Як тест-реакції використовується широкий набір фізіолого-біохімічних показників гідробіонтів різних систематичних груп: морфологічні характеристики [2], показники росту [3], виживаність [4], інтенсивність фотосинтезу [5], цитогенетичні показники [6], аналіз ядерцевих біомаркерів [7].

При аналізі токсичності гідроекосистем високу чутливість та інформативність забезпечує використання як тест-об'єктів водоростей різних систематичних груп [3, 5]. Водорості є високочутливими до забруднення водного середовища завдяки фотосинтетичній функції [8], ураження якої різко зростає через порушення токсикантами метаболізму [8, 9].

Одним з найбільш чутливих показників життєздатності клітини є рух цитоплазми (циклоз) [8, 9]. Зміни рухливості цитоплазми пов'язують зі зміною проникності поверхневої мембрани до йонів, або інших токсичних сполук, які можуть бути активаторами або інгібіторами АТФ-ази і впливати на рівень АТФ у клітині. Вважається, що зміни внутрішньоклітинної концентрації АТФ, зумовлені дією ушкоджуючих агентів, впливають на організацію актиноподібних феламентів цитоплазми, що своєю чергою спричинює зміни в'язкості цитоплазми та швидкості її руху [9]. Прискорення або уповільнення швидкості циклозу залежить від більшості, навіть незначних факторів, що доводять вивчення впливу на клітину факторів фізичної та хімічної природи [10, 11], а також комбінованих ефектів електромагнітних випромінювань та дії іонізуючої радіації [12].

Метою роботи була токсикологічна оцінка води та донних відкладів річки Устя методом біотестування з використанням тест-об'єкту *Vallisneria (P. Micheli ex. L. 1753)* на ділянках гідроекосистеми, що зазнають антропогенного навантаження різної інтенсивності.

### Матеріал і методи досліджень

Валіснерії вважаються невибагливими в утриманні акваріумними рослинами, що здатні витримувати достатньо значні коливання температури та рости як при природному, так і при штучному освітленні. Для спостереження за рухом цитоплазми в клітинах *Vallisneria* не потрібно виготовляти зрізи, оскільки тканини цих рослин складаються лише з кількох шарів клітин, кожний з яких можна мікроскопіювати, залишаючи їх на препараті у своєму природному середовищі.

Для оцінки токсичності поверхневих вод та донних відкладів малої річки Устя було використано цитофізіологічний метод за Сіренко-Смірноюю [10], який зводиться до фіксації проходження хлоропластом однієї або кількох поділок окуляр-мікрометра та визначення швидкості руху цитоплазми як відношення величини відстані до числа секунд, за яке хлоропласт проходить цю відстань:

$$V = S / t,$$

де:  $V$  – швидкість руху хлоропластів, ум. од./с;  $S$  – відстань, яку проходить хлоропласт, ум. од.;  $t$  – час, проходження хлоропластом певної відстані, с.

Методика має кількісний вираз за п'ятибальною шкалою визначення ступеня токсичності водного середовища (від нетоксичного до летального), який дає змогу градувати токсичність модельного середовища в межах п'яти груп (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала оцінки токсичної дії розчину за швидкістю руху цитоплазми [10]

Швидкість руху цитоплазми, % до контролю	Ступінь токсичності	Група токсичності
80-120	немає токсичності	I
50-80, 120-150	слабка токсичність	II
20-50, 150-180	середня токсичність	III
10-20, 180-250	висока токсичність	IV
0-10, більше 250	летальна токсичність	V

При проведенні біотестування за допомогою лабораторної культури акваріумної водорості *Vallisneria* використовували три схеми експерименту: 1 – тестування поверхневих вод річки, відібраних у контрольних створах за методикою [13]; 2 – тестування цільних донних відкладів, відібраних у відповідних створах за методикою [14]; 3 – тестування водних витяжок з донних відкладів, отриманих за методикою [15] (проби донних відкладів у співвідношенні “донні відклади – вода” 1:4 збовтували протягом 4 год., відстоювали 12 год. і використовували для аналізу зібраний надмуловий шар води). Як контроль використовували відстоювану водопровідну воду.

Вибір контрольних створів відбору зразків поверхневих вод та донних відкладень р. Устя був обумовлений їх репрезентативністю, відповідно характеру антропогенного навантаження та необхідності проведення гідроекологічних оцінок: створ № 1 - західна околиця хутора

Івачків (верхів'я річки, природний фон); створ № 2 - нижче м. Здолбунів (вплив скиду стічних вод); контрольний створ № 3 - в межах міста Рівне, 100 м нижче дамби оз. Басів Кут (контрольний пункт нижче дамби Басівкутського водосховища); створ № 4 - в межах міста Рівне, в районі центрального міського ринку (вплив скиду стічних вод м. Рівне); створ № 5 - розширена ділянка в межах м. Рівне (вплив скиду стічних вод м. Рівне); створ № 6 – с. Оржів, 0,1 км вище впадіння в р. Горинь (контрольний пункт у гирлі).

Відбір зразків поверхневих вод та донних відкладів проводили у вересні 2015 р. Якісний склад донних відкладів у всіх контрольних створах характеризувався як мул темно-сірий або чорний із включеннями рослинних залишків.

Спостереження за швидкістю руху хлоропластів у клітинах лабораторної культури *Valisneria* проводили на базі кафедри екології НУВГП, за допомогою біологічного тринокулярного світлового мікроскопа Мікротон-400, окулярного гвинтового мікрометра МОВ-1, при загальному збільшенні об'єкта 8×40×15 разів та механічного секундоміра СОСпр-26-2-010. Експозиція експерименту становила 60 хв. за температури приміщення 20°C та дотриманні однорідних умов освітлення. Частину рослини біля основи (де розташовані молоді клітини, що зберігають рух цитоплазми) розміщували у зразках поверхневих вод, водних витяжок та цільних донних відкладів кожного з контрольних створів у трикратній повторюваності. Як контроль використовували акваріумну воду, в якому вирощували тест-об'єкт. Визначення швидкості ротаційного руху хлоропластів проводили у 3-5 клітинах кожного зразка рослини.

Критерієм достовірності отриманих результатів вважалось відхилення результату експерименту від контролю при довірчій ймовірності показників  $P \leq 0,05$  (за критерієм Стьюдента) [16].

### Результати досліджень та їх обговорення

Результати біотестування та оцінку впливу дослідних зразків поверхневих вод та донних відкладів р. Устя на швидкість руху хлоропластів тест-об'єкту *Vallisneria* представлено у табл. 2.

Таблиця 2

Швидкість руху хлоропластів та ступінь токсичності дослідних зразків р. Устя

Показники біотестування у схемах експерименту		Контрольні створи					
		1	2	3	4	5	6
Вода	швидкість руху, % до контролю	80,56±1,85	111,97±19,0 4	41,74±9,89	54,76±4,12	73,33±7,69	181,48±26,1
	ступінь токсичності	немає токсичності	немає токсичності	слабка токсичність	слабка токсичність	слабка токсичність	висока токсичність
Водні витяжки донних відкладів	швидкість руху, % до контролю	237,50±28,1 4	187,81±40,5 2	13,81±2,65	67,94±11,48	125,0±16,67	191,64±18,3 4
	ступінь токсичності	висока токсичність	висока токсичність	висока токсичність	слабка токсичність	слабка токсичність	висока токсичність
Цільні донні відклади	швидкість руху, % до контролю	128,29±7,18	198,63±17,3 9	14,36±2,43	18,68±3,61	26,79±2,06	137,70±19,7 5
	ступінь токсичності	слабка токсичність	висока токсичність	висока токсичність	висока токсичність	середня токсичність	слабка токсичність

Так, в ході експерименту вода річки Устя чинила слабку токсичність у створах, що знаходяться в межах м. Рівне. При цьому, середня швидкість руху хлоропластів валіснерії становила у третьому створі 0,10 ум.од./с (41,74±9,89% щодо контролю), у четвертому створі 0,14 ум.од./с (54,76±% щодо контролю) та 0,18 ум.од./с (73,33±7,69% щодо контролю) у п'ятому створі. Висока токсичність води була відмічена у створі № 6, де середня швидкість

руху хлоропластів валіснерії була 0,45 ум.од./с, що становило  $181,48 \pm 26,1\%$  щодо контролю. У створах №1 та №2, де середня швидкість руху хлоропластів була відповідно 0,20 та 0,27 ум.од./с, токсичність води не проявлялась, що підтверджує порівняння цих значень з контрольним –  $80,56 \pm 1,85\%$  та  $111,97 \pm 19,04\%$ . Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що в період літньо-осінньої межени поверхневі води річки мають слабку токсичність в межах гідроекосистеми, що зазнає антропогенного впливу стічних вод м. Рівне та високу токсичність поблизу гирла річки, що очевидно зумовлює вплив стічних вод в межах смт Оржів.

Водні витяжки з донних відкладів мали високу токсичність у створі № 1 – середня швидкість руху хлоропластів 0,59 ум.од./с ( $237,5 \pm 28,14\%$  щодо контролю), у створі № 2 – 0,47 ум.од./с ( $187,81 \pm 40,52\%$ ), у створі № 3 – 0,03 ум.од./с ( $13,81 \pm 2,65\%$ ) та у створі № 6 – 0,48 ум.од./с ( $191,64 \pm 18,34\%$ ). У створах № 4 та № 5 водні витяжки з донних відкладів мали слабку токсичність, відповідно 0,17 ум.од./с ( $67,94 \pm 11,48\%$ ) та 0,31 ум.од./с ( $125 \pm 16,67\%$ ). Припускаємо, що зростання рівнів токсичності у водних витяжках з донних відкладів, порівняно токсичністю поверхневих вод річки Устя, пов'язано з акумуляцією забруднень у мулистих фракціях донних відкладів та їх переході у розчин при приготуванні витяжок. Це свідчить про потенційну небезпеку надходження забруднень до поверхневих вод річки при виникненні певних обставин (механічне порушення відкладів, зміна рН поверхневих вод, прискорення течії річки внаслідок підняття рівня води у повінь тощо).

Цільні донні відклади при біотестуванні проявляли токсичність на рівні слабкої у контрольних створах № 1 та № 6, відповідно, середня швидкість руху хлоропластів становила 0,32 ум.од./с ( $128,29 \pm 7,18\%$  щодо контролю) та 0,34 ум.од./с ( $137,7 \pm 19,75\%$ ). Висока токсичність була зафіксована у створі №2, при середній швидкості руху хлоропластів 0,47 ум.од./с ( $198,63 \pm 17,39\%$  щодо контролю), у створі № 3 – 0,03 ум.од./с ( $14,36 \pm 2,43\%$ ) та створі № 4 – 0,05 ум.од./с ( $18,68 \pm 3,61\%$ ). Середнім виявився рівень токсичності у створі № 5 – швидкість руху хлоропластів 0,07 ум.од./с ( $26,79 \pm 2,06\%$  щодо контролю). Очевидно, що підвищені рівні токсичності донних відкладів на антропогенно навантажених ділянках гідроекосистеми є результатом осадження і накопичення забруднюючих речовин. Слабка токсичність у першому створі обумовлена відсутністю надходження стічних вод. І хоча якісний склад донних відкладів на цій ділянці (поблизу витоку) містить значну мулисту фракцію, адсорбція токсичних забруднень не відбувається. Слабка токсичність донних відкладів у створі № 6, де одночасно відмічався високий рівень токсичності поверхневих вод, на нашу думку, є результатом виносу основної маси забруднень із внутрішнім стоком води до р. Горинь. Адже, у цьому створі відмічаються щодо високі рівні води та більша швидкість течії, порівняно з рештою контрольних створів. Припускаємо, що саме особливості гідрологічного режиму даної ділянки гідроекосистеми, унеможливають активну сорбцію забруднень поверхневих вод мулистою фракцією донних відкладів.

Результати проведеного біотестування дозволили встановити групи токсичності дослідних зразків у контрольних створах р. Устя (рис. 1).

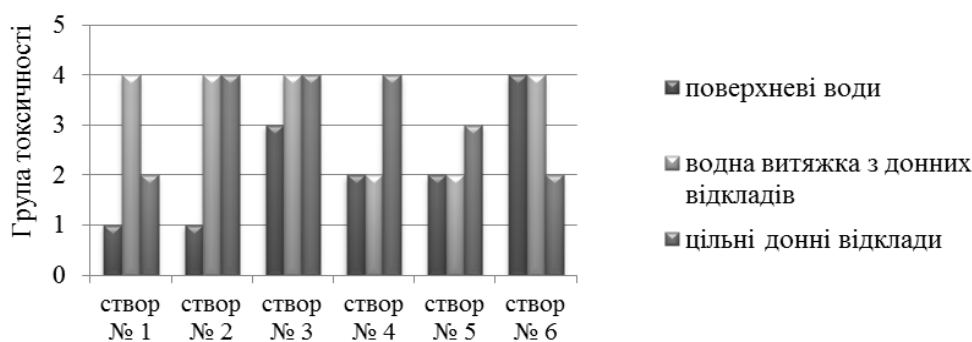


Рис. 1. Прояв токсичності дослідних зразків р. Устя за результатами біотестування

З рисунку 1 видно, що токсичність цільних донних відкладів та їх водних витяжок сягали 4 групи і були значно вищими порівняно з токсичністю поверхневих вод, за винятком контрольного створу № 6. Пояснення цьому, наведене вище, необхідно доповнити також припущенням, що токсичність гідроекосистеми може змінюватись залежно і від таких факторів як температура поверхневих вод та інтенсивність продукційно-деструкційних процесів. Це свідчить про необхідність продовження досліджень з метою відстеження формування токсичності гідроекосистеми на різних ділянках у різні сезони року.

### Висновки

Виявлено, що у період літньо-осінньої межні 2015 р. виражений вплив на цитофізіологічні процеси акваріумної водорості *Vallisneria* чинили водні витяжки донних відкладів та цільні донні відклади річки Устя. Підвищення рівня токсичності донних відкладів спостерігається у середній частині гідроекосистеми, а токсичність поверхневих вод зростає від її верхів'я до гирла. Загальна токсикологічна ситуація є найбільш несприятливою у створі № 3 (в межах міста Рівне, 100 м нижче дамби оз. Басів Кут) – «висока токсичність».

Відчутні за короткий період часу зміни швидкості руху хлоропластів у дослідних зразках порівняно з контролем, свідчать, що клітини *Vallisneria* чутливо реагують на присутність токсикантів. Враховуючи простоту культивування рослини та показовість її цитофізіологічних змін, цей спосіб біотестування може бути рекомендований для інтегральної оцінки токсичності гідроекосистем.

1. *Біотестування у природоохоронній практиці / Технічний комітет зі стандартизації ТК 82 "Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання ресурсів України".* — Київ, 1997. — 240 с.
2. *Брагинский Л. П. Теоретические аспекты проблем «нормы и патологии» в водной токсикологии / Л. П. Брагинский // Теоретические вопросы водной токсикологии: Мат-лы 3-го сов.-амер. симпози. — Л.: Наука, 1981. — С. 29—40.*
3. *Веселов Е. А. Патологические функциональные и морфологические изменения у пресноводных беспозвоночных и рыб под влиянием интоксикации / Е. А. Веселов // Норма и патология в водной токсикологии. — Байкальск, 1977. — С. 111—114.*
4. *Всялкіна Н. М. Використання клітинних біомаркерів рослинних і тваринних тест-організмів для оцінки токсичності води: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спеціальність 03.00.16 -Екологія / Н. М. Всялкіна. — Київ, 2011. — 20 с.*
5. *ГОСТ 17.1.5.01-80. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. — Введ. 1980-06-24. — М.: Изд-во стандартов, 1980. — 5 с.*
6. *ДСТУ 4107-2002 (ISO 5667-16:1998, MOD) Якість води. Відбір проб. Частина 16. Настанови з біотестування. — Київ: Держспоживстандарт України, 2003. — 38 с.*
7. *Котовицков А. В. Оценка экологического состояния реки Оби в районе г. Барнаула на основе пигментных характеристик фитопланктона / А. В. Котовицков, Т. В. Кириллова, Е. И. Третьякова // Мир науки, культуры, образования. — 2010. — № 1 (20).*
8. *Майстренко В. Н. Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. — М.: Химия, 1996. — 320 с.*
9. *Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. — К.: Вища школа, 1995. — 503 с.*
10. *Проскурина И. К. Эколого-биохимические исследования в модельной водной экосистеме / И. К. Проскурина, Е. К. Гусева, А. Е. Агапова // Ярославский педагогический вестник. — 2003. — № 2 (35). — С. 1—5.*
11. *РД 52.24.635-2002. Методические указания. Проведение наблюдений за токсикологическим загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования. — Спб.: Гидрометеиздат, 2003. — 28 с.*
12. *Смирнова Н. Н. Цитофизиологический метод экспрес-оценки токсичности природных вод / Н. Н. Смирнова, Л. А. Сиренко // Гидробиол. Журн. — 1993. — 29, № 4. — С. 95—101.*
13. *Тордія Н. В. Дослідження швидкості руху цитоплазми як цитофізіологічний метод в радіобіологічному експерименті / Н. В. Тордія, Д. М. Гродзинський // Цитология и генетика. — 2004. — 38, № 1. — С. 63—71.*
14. *Филенко О. Ф. Взаимосвязь биотестирования с нормированием и токсикологическим контролем загрязнения водоемов / О. Ф. Филенко // Водные ресурсы. — 1985. — № 3. — С. 130—134.*

15. *Филенко О. Ф.* Биотестирование: возможности и перспективы использования в контроле поверхностных вод / О. Ф. Филенко. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989. — С. 185—193.
16. *Черкашин С. А.* Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии / С. А. Черкашин // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. — 2001. — Том 128. — С. 1020—1035.

*О. А. Бедункова, В. А. Конончук*

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

#### ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕЧКИ УСТЬЯ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Проведена оценка уровней токсичности различных участков реки Устья методом биотестирования с использованием аквариумной водоросли *Vallisneria*. Отмечено возрастание уровня токсичности донных отложений от уровня «слабо токсичные» в истоке до уровня «высоко токсичные» в средней части реки. Поверхностные воды в верховье реки не проявили токсического действия на тест-объект, а в устье реки характеризовались как «высоко токсичные». Наиболее неблагоприятная токсикологическая ситуация оказалась в пределах города Ровно. Используемый способ биотестирования может быть рекомендован для интегральной оценки токсичности гидроэкосистем перед проведением аналитического контроля химической природы загрязнений.

*Ключевые слова: поверхностные воды, донные отложения, токсичность, гидроэкосистема*

*O. O. Biedunkova, V. O. Kononchuk*

National University of Water Management and Nature Resources Use, Ukraine

#### TOXICOLOGICAL EVALUATION OF SURFACE WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE RIVER USTIA BY THE BIOASSAY METHOD

The author provides the toxicological evaluation results for the ecosystem of the Ustia River flowing through the territory of Zdolbuniv and Rivne districts of Rivne region. Due to a great number of natural and anthropogenic factors the river has some signs of degradation which are particularly acute in the urban areas of the watercourse. The researcher has observed the hydro-ecosystem conditions and conducted sampling for the tests in 6 control sections experiencing different levels of the anthropogenic load during the 2015 summer-autumn low-water period: site #1 – western outskirts of Ivachkiv village (upper river, natural background) site #2 – below the town of Zdolbuniv (impact of the wastewater discharge); control site #3 – within the town of Rivne, 100 metres below the dam of the Basiv Kut Lake (a control point is located below the Basiv Kut reservoir dam); site #4 – within the town of Rivne, near the central local market (impact of Rivne's wastewater discharge); site #5 – the expanded area within the town of Rivne, near "La Riva" cafe (impact of Rivne's wastewater discharge); site #6 – Orzhiv village, 0.1 km above the confluence into the Horyn River (a control point in the river mouth).

In order to evaluate the toxicity of surface water and bottom sediments of the Ustia River the author used a cytophysiological method that records chloroplasts passing one or more divisions of the ocular micrometre and determines the speed of the cytoplasm as the ratio of the distance to the number of seconds during which the chloroplast covers this distance. Biotests were performed using of a test facility *Vallisneria* (R.Micheli ex. L. 1753). The researcher determined the rotary motion speed in 3-5 cells of each plant sample. Reliability criteria of the results were established as the deviation of the experimental data from control indices at a confidence interval  $R \leq 0,05$  (by Student's t-test).

In the research period river surface waters were non-toxic (group 1) in the areas near the discharge and within the town of Zdolbuniv. There was poor water toxicity (group 2) in the areas of the hydro-ecosystem that undergo the human impact of Rivne's wastewater. On the contrary, surface waters of the river mouth (group 4) demonstrated high toxicity.

Aqueous samples from bottom sediments have high toxicity (group 4) in all areas except the two alignments within the town of Rivne, where the toxicity of samples was weak (group 2). It is

obvious that the increase of toxicity levels in aqueous samples from bottom sediments compared to surface waters toxicity of the Ustia River is directly linked to the accumulation of contaminants in the silt fractions of bottom sediments and their transition into the solution while sampling. This fact demonstrates the potential danger of pollution to the flow of surface waters of the river in certain circumstances (mechanical abuse of sediments, pH change in surface waters, acceleration of the river flow as a result of flood raising water levels etc.).

The toxicity of bottom sediments was medium and high (groups 3-4) at the hydro-ecosystem sites with substantial anthropogenic pressure resulting from the deposition and accumulation of pollutants. The weak toxicity of bottom sediments (group 2) in headwater is driven by the lack of wastewater. Although the qualitative composition of the sediments in this area (near the discharge) contains large silt fraction, there is no adsorption of toxic contamination. The research has also discovered the weak toxicity of sediments in the river mouth where the analysis has also indicated high levels of toxicity in surface waters. In our opinion, this is a result of the pollution bulk removal together with the internal water flow towards the Horyn River. After all, this site is marked by relatively high levels of water and greater flow rate compared to the rest of the control sections. We assume that those peculiarities of the hydrological regime specific for this site of the hydro-ecosystem make the active sorption of pollutants of surface waters, in particular, by silt fraction of bottom sediments impossible.

Thus, we observed the increase of the toxicity of bottom sediments in the middle part of the hydro-ecosystem. At the same time the toxicity of surface waters increases from headwaters to the mouth. The general toxicological situation is the most unfavourable in the site located in the town of Rivne (100 m below the dam of the Basiv Kut Lake): it demonstrates "high toxicity". Therefore, the toxicity of the whole bottom sediments and their water extracts reached the level of "high toxicity" and these indices were significantly higher compared to the toxicity of surface water. The only exception was the site in the mouth of the river. The explanation, mentioned above, can be further supplemented by an assumption that the toxicity of the hydro-ecosystem may also vary depending on such factors as surface water temperature and the intensity of production-destruction processes.

The changes of the chloroplast speed which were tangible in the short period of time in experimental samples compared to the control data indicate that the *Vallisneria* cells are sensitive to the presence of toxins. Taking to consideration the ease of the plant cultivation and the representativeness of its cytophysiological changes, the biotesting method used in the experiment can be recommended for the integrated assessment of the hydro-ecosystem toxicity that should justify the necessity for an analytical control in order to determine the chemical nature of the pollution.

*Keywords: surface water, bottom sediments, toxicity, hydroecosystems*

Рекомендує до друку

В. З. Курант

Надійшла 26.10.2015

УДК 574.24

Н. О. КРАСУЦЬКА, Ю. С. ІВАСЮК

Інститут гідробіології НАН України  
пр-т. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210

**СЕЗОННІ ТА ТЕМПЕРАТУРО-ЗАЛЕЖНІ ЗМІНИ  
У СИСТЕМІ «МОЛЮСК *VIVIPARUS VIVIPARUS* –  
ТРЕМАТОДА *CERCARIA PUGNAX*»**

---

Представлені дані з сезонної динаміки зараження молюсків *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda) спороцистами та церкаріями трематоди *Cercaria pugnax* La Valette (Digenea: Lecithodendriidae).

Екстенсивність інвазії спороцистами *C. pugnax* протягом вегетаційного періоду змінювалась від 8,0 до 25,6%, церкаріями – від 3,4 до 50,0%. Інтенсивність інвазії спороцистами – від 22475 до 12245 екз /особину, церкаріями – 1542 до 20708 екз /особину. Експериментальні дослідження змін показників інвазії та приросту молюсків різних розмірно-вікових груп показали, що найвищі значення інтенсивності інвазії спостерігаються у молюсків масою від 4 до 6 г. В контрольних умовах (21 °С) приріст маси інвазованих молюсків старшої розмірно-вікової групи (4-5 г) був в 11,9 разів більшим в порівнянні з молодшою групою (3-4 г). Тоді як при підвищенні температури цей показник спостерігався негативним.

*Ключові слова:* молюски *Viviparus viviparus*, спороцисти та церкарії трематод *Cercaria pugnax*, приріст маси, інтенсивність інвазії

В останні десятиріччя зростає зацікавленість у визначенні ролі паразитів у природних екосистемах. У зв'язку з їх регуляторними функціями особлива увага приділяється дослідженню систем «молюски – трематоли». Калюжниця річкова – *Viviparus viviparus* (L.) значно поширена у прісноводних водоймах України. Її роль полягає не тільки, як компонента екосистеми, в харчовому ланцюзі живлення промислових видів риб, а й як фільтратора, в біологічному самоочищенні водойм. Крім того *V. viviparus* (р. Дніпро та його водосховище) є проміжним хазяїном 6 (за М.І. Черногоренко) та 17 видів паразитів у молюсках з Центральної, Північної та Східної Європи [12]. Серед 6 видів паразитів високими показниками інвазії характеризуються саме трематоли *Cercaria pugnax* La Valette St. George.

Проміжні стадії розвитку *C. pugnax* відносяться до мікрогеміпопуляцій лімітованого типу, де кількість поколінь партеніт суворо детерміновано і не перевищує двох: на зміну материнській спороцисті (МС) приходить лише одна генерація дочірніх спороцист [2]. Однак різні фактори можуть змінювати швидкість процесу розвитку, тим самим впливати на інтенсивність розмноження трематод. Варто зауважити, що партеногенетичне покоління трематод, знаходиться в подвійній залежності від середовища існування. На них впливає не тільки організм хазяїна, а й зовнішні умови, які оточують молюска. Оскільки молюски, самі знаходяться в сильній залежності від зовнішніх факторів, то і паразити в значній мірі схильні до впливу з боку середовища другого порядку. Одним із найістотніших параметрів, що впливає на трематод через організм хазяїна, є температура. Партеніти, які є стійкими по відношенню до високих температур, можуть не витримувати саме змін цього фактору. Так, для розвитку спороцист *Schistosoma mansoni* оптимальна температура лежить в межах 26-28° С, при зниженні її всього на 3 °С розвиток паразитів сповільнюється, а іноді й повністю зупиняється [1].

В умовах глобального потепління нам стало цікавим дослідити зміни, які відбуваються з популяцією молюсків *V. viviparus* інвазованих *C. pugnax* в природних та дослідних умовах. Метою нашої роботи було з'ясувати наступні морфофізіологічні характеристики системи «*C. pugnax* – *V. viviparus*»: 1) сезонну динаміку середньої чисельності спороцист та церкарій трематод та величини інтенсивності інвазії (II) в залежності від маси молюсків; 2) залежність приросту маси молюсків від II спороцистами *C. pugnax* та температури водного середовища.

### Матеріал і методи досліджень

Вивчення трематод прісноводних черевоногих молюсків як складових донних угруповань проведено у 2005–2009 рр. з озера Бабиного (м. Київ). Вибір об'єкта обґрунтований високою щільністю досліджуваних молюсків та високими величинами інвазії паразитами. При відборі матеріалу застосовували загальноприйняті в малакологічних та гідробіологічних дослідженнях методи [5]. Проби відбирали з глибини 0,5–1,5 м. Там молюски були найбільш чисельними. Контроль площі субстрату мешкання молюсків здійснювався за допомогою рамок певної площі (0,25–1,0 м<sup>2</sup>), бентосного сачка та вручну. Всіх молюсків або частину вибірки піддавали повному паразитологічному розтину [4]. Підрахунок кількості трематод проводили з використанням біокуляру МБС-10 та мікроскопу МИКМЕД-2.

При дослідженні розмірно-вікової структури популяції молюсків було поділено на дві розмірно-вікові групи за даними висоти черепашки та їх маси, які умовно відповідали молодшим (молодь: маса 0-3 г, висота черепашки 0-25 мм) та старшим (дорослі: маса 3-5 г,



висота черепашки 25 і більше) віковим групам. Останню в свою чергу поділяли на 3 підгрупи: «від 3-4 г», «від 4-5 г», «від 5-6 г» згідно маси молюска. Підгрупа «від 5-6 г» характерна для молюсків у природних умовах.

Експериментальну частину роботи було проведено згідно схеми запропонованої раніше [6]. Молюсків піддавали впливу підвищення температури водного середовища – 26°, 30 °С протягом 25 діб. Після чого проводили їх повний паразитологічний розтин [4].

### Результати досліджень та їх обговорення

Наші спостереження показали, що за середньою чисельністю паразитів серед всіх видів, якими заражені молюски *V. viviparus* в оз. Бабіне, переважали саме спороцисти та церкарії трематод *S. pugnax*. Протягом вегетаційного періоду середня чисельність спороцист *S. pugnax* коливалась в межах 50–250 тис. екз/м<sup>2</sup>, при цьому у церкарій вона складала понад 10 тис. екз/м<sup>2</sup>. В осінній період 2007 р. реєстрували максимальні значення – 400 тис. екз/м<sup>2</sup> спороцист та 270 тис. екз/м<sup>2</sup> церкарій (рис. 1). У різні сезони вегетаційного періоду були випадки коли траплялись тільки спороцисти *S. pugnax*. При їх дослідженні під біокуляром було з'ясовано, що у спороцистах церкарії були незрілими і відповідно не виходили у зовнішнє середовище, тому й не були знайдені.

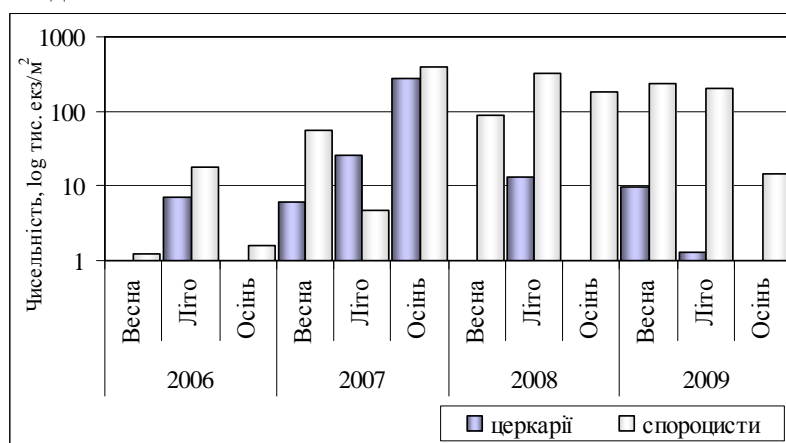


Рис. 1. Сезонні зміни середньої чисельності трематод *S. pugnax* в оз. Бабіному.

На початку весни ЕІ (середні дані за 2006-2009 рр.) трематодами *S. pugnax* молюсків *V. viviparus* з природної водойми (ПВ – оз. Бабіне) була низькою, тому що популяція молюсків складалась переважно із молоді, яка народилась влітку минулого року. Надалі, з підвищенням температури води, індивідуальна маса молюсків в літоралі досліджуваних водойм значно зростала. Кількість спороцист і церкарій в молюсках збільшувалась, що призводило до зростання ЕІ, яка досягала у досліджених молюсків 33,6% переважно на весні. Збереження середніх величин ЕІ влітку ( $24,5 \pm 12,5\%$ ), на тлі зростання щільності популяції живородок у літоралі, пов'язане з поповненням популяції цьогорічками, які ще не встигли заразитись, а також з інтенсивним відмиранням старших розмірно-вікових груп з вищими показниками інвазії трематодами. На початку осені зараженість молюсків підвищувалась за рахунок зараження цьогорічок (41,9%). Наприкінці осіннього періоду ЕІ зменшувалась внаслідок зниження чисельності і біомаси молюсків в літоралі, що в свою чергу пояснюється елімінацією частини цьогорічної молоді та особин старших розмірно-вікових груп, а також міграцією молюсків до місць зимівлі. Отримані нами дані цілком узгоджуються з даними й інших фахівців [1, 9].

Відомо, що до факторів, які визначають ступінь зараженості молюсків трематодами відноситься й вік хазяїв. В наших дослідженнях при порівнянні різних розмірно-вікових груп молюсків було встановлено збільшення ЕІ у старшої розмірно-вікової групи хазяїна. Так з віком (старша розмірна група молюсків: 25,0-29,0 мм) екстенсивність зараження трематодами зростала і була більшою в 4,8 разів порівняно з молодими особинами (молодша розмірна група молюсків: 18,0-24,9 мм).

Наші дослідження показали, що молюски інвазовані трематодами *S. pugnax* в природних умовах (з температурою води в середньому по сезонам:  $16,9 \pm 4,1$  °C) та в експериментах з підвищенням температури водного середовища (21°C – контроль, 26° і 30°C – підвищена температура) мають ряд відмінних характеристик. Так було виявлено, що у молюсків *V. viviparus* з найбільшою масою «від 5–6 г» спостерігали достовірно вищу II спороцистами *S. pugnax* (рис. 2). Тоді як в дослідах з підвищенням температури не було виявлено достовірної різниці у цьому параметрі. Вища II спороцистами *S. pugnax* була за 21 °C (рис. 3) у молюсків з масою «від 4–5 г» і становила на 107,9% більше порівняно з II трематодами молюсків з молодшої групи (масою до 3 г) за цієї ж температури та на 151,8% більше за II молюсків масою «від 4–5 г» в ПВ. Це можна пояснити закономірною відмінністю в природних та експериментальних умовах, яка базується переважно на різниці в щільності посадки молюсків та більш сприятливих дослідних умовах (режим аерації води, годування молюсків) для розвитку та розмноження партеніт паразитів. Приріст інвазованих спороцистами та церкаріями трематод *S. pugnax* молюсків в різних розмірно-вікових групах за 21 °C достовірно збільшувався із зростанням їх маси: середній приріст в групі молюсків «від 3-4 г» був більшим на 61,2% та в молюсків «від 4-5 г» був більшим в 11,9 раз порівняно з молюсками масою до 3 г (рис. 4).

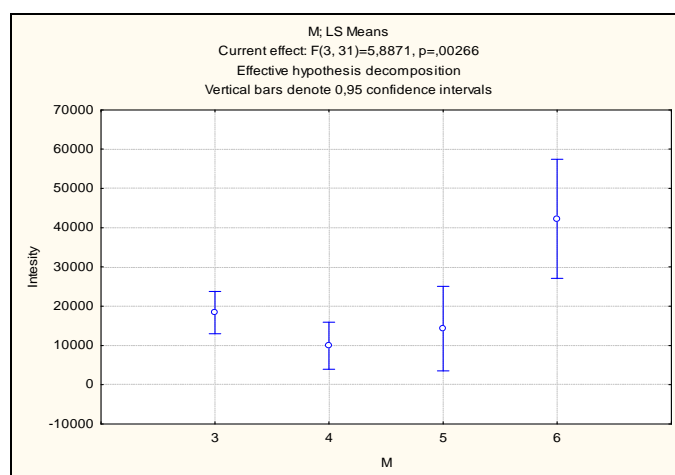


Рис. 2. Результати однофакторного дисперсійного аналізу II спороцистами *S. pugnax* молюсків різної маси (до 3 г, від 3–4 г, від 4–5 г, від 5–6 г).

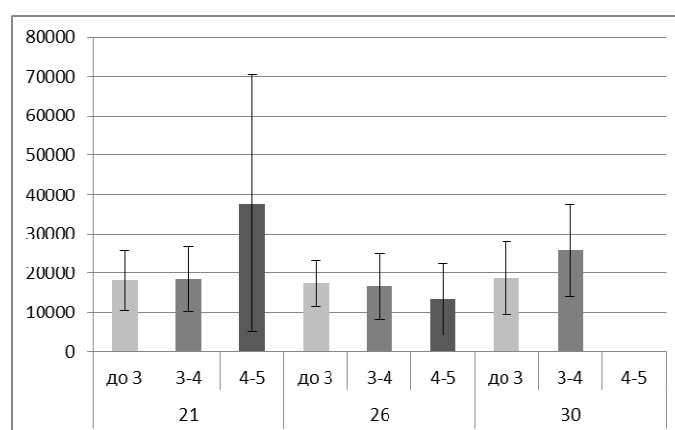


Рис. 3. II спороцистами *S. pugnax* молюсків різної маси (до 3 г, від 3–4 г, від 4–5 г) в експериментальних умовах за різної температури водного середовища (на осі Y – середня II, в екз./особину, на осі X – температура в °C та групи молюсків розподілені за масою, в г).

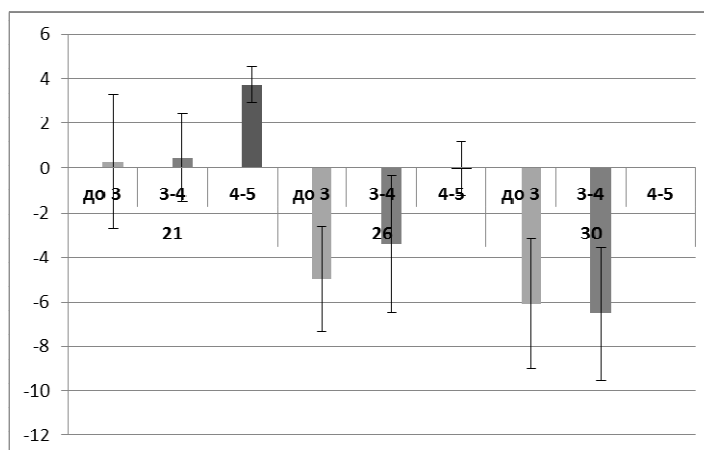


Рис. 4. Залежність приросту маси молюсків інвазованих спороцистами та церкаріями *S. pugnax* від температури водного середовища (на осі X – температура у °C та групи молюсків розподілені за масою, в г та на осі Y – приріст в г. %).

За 26 °C II спороцистами *S. pugnax* була нижчою у старшій розмірно-віковій групі: на 4,9% у молюсків з масою «від 3–4 г» і на 24,2% у молюсків масою «від 4–5 г» порівняно з II молюсків молодшої групи (масою до 3 г). Із збільшенням маси інвазованих молюсків їх середній приріст зростає при 26 °C, залишаючись при цьому від'ємним. Так інвазовані трематодами *S. pugnax* молюски *V. viviparus* молодшої розмірно-віковій групі (до 3 г) мали найменший приріст (-4,98 г. %) за 26°C. Приріст молюсків підгрупи «від 3-4 г» був більшим на 31,3% й у групі з масою «4-5 г» на 99,0% від приросту молодшої розмірно-віковій групі ( $0,90 < P < 0,95$ ). 26 °C – це та температура водного середовища, за якої включаються захисні механізми організму хазяїна, сприяючи очищенню останнього від паразитів [3], про що свідчать отримані нами дані по зниженню середніх величин II спороцистами *S. pugnax* і зменшення втрати маси у старшій розмірно-віковій групі.

За 30°C найбільші значення II спороцистами мали молюски старшої розмірно-віковій підгрупи «від 3-4 г» і була на 39,0% вищою порівняно з II молодшої групи молюсків (до 3 г) і на 39,6% більшою порівняно з підгрупою «від 3-4 г» при 21°C. Також група молюсків «від 3-4 г» на 54,9% мали більшу II порівняно з аналогічною підгрупою при 26°C. Відмінною особливістю для цього температурного варіанту є те, що молюски масою «від 4–5 г» були вільні від інвазії трематодами *S. pugnax*. Цей факт ми можемо пояснити негативним сумісним впливом температури та трематод, що призвів до загибелі особин хазяїв старшої розмірно-віковій підгрупи «від 4–5 г», які мали б максимальні показники інвазії. Приріст заражених молюсків всіх розмірно-вікових груп був від'ємним. Так приріст старших молюсків з масою «від 3-4 г» практично не відрізнявся (був меншим на 7,5%) від молодшої групи (до 3 г), але був суттєво меншим (у 14 разів) порівняно з аналогічною групою при 21°C ( $P > 0,99$ ).

На стабільність стану системи «молюск-трематода» впливають багато факторів. На нашу думку, вирішальну роль в реалізації життєвого циклу трематод без загрози для організму хазяїна відіграють два чинника – інтенсивність інвазії зараженої особини та температура водного середовища. Перший фактор включає в себе ряд особливостей: вид паразита та його життєвий цикл, характер живлення партеніт трематоли, місце їх локалізації в організмі хазяїна. Так, донедавна *S. pugnax* залишалась церкарією з невизначеним систематичним положенням і відповідно з не розшифрованим циклом розвитку. Було відомо, що *S. pugnax* є кефідоцеркарією та відноситься до групи «*Microcotyle*» заснованої Luhe, 1909, хазяїном якої є прісноводний червононогий молюск *V. viviparus* L. та *V. contectus* Millet [8, 9, 10, 13]. На сьогодні було визначено ДНК послідовність церкарії, яка відповідає послідовності дорослої трематоли *Paralecithodendrium chilostomum* (Mehlis, 1831). Отже, *S. pugnax* – належить до родини *Lecithodendriidae* Luhe, 1901 і є личинковою формою лецитодендрит, які паразитують в кажанів [11].

Стратегія успішної реалізації життєвого циклу *S. pugnax* полягає в формуванні сотень дочірніх спороцист, в яких розвивається велика кількість церкарій. Кількість дочірніх спороцист досягає максимуму до кінця розмноження МС, а після припинення цього процесу вона може тільки зменшуватися в результаті загибелі окремих особин. Дочірні спороцисти цього виду трематод не рухомі, локалізовані в гонаді та гепатопанкреасі, їх харчування здійснюється завдяки транспорту необхідних їм речовин через покрови. У випадку інтенсивних заражень великі ділянки гепатопанкреаса та гонади повністю деградують і заміщаються сполучною тканиною або паразитами. При цьому порушується нормальне функціонування заражених органів. Оскільки саме печінка відповідає за акумуляцію та використання енергії метаболічних процесів, то враження саме цього органу найбільш негативно впливає на життєдіяльність молюска [2, 7].

Отже, оптимальною масою молюсків для розвитку спороцист *S. pugnax* є «4-5 г» в експериментальних та «5-6 г» в природних умовах. Згідно отриманих даних, оптимальною температурою для розвитку спороцист трематод є 21° та 30°C. Про це свідчить факт більшої П при переході з молодшої до старшої розмірно-вікової групи молюсків. Інвазія трематодами при 21°C досягає максимальних величин без втрати енергоресурсів хазяїв, що підтверджується найбільшим їх приростом. Тоді як 30°C є несприятливою для самих молюсків, що відображається у суттєво від'ємному їх прирості та загибеллю високоінвазованих особин. При 26 °C організм хазяїна «включає» захисні механізми і сприяє звільненню його від паразитів, що характерно для старшої розмірно-вікової групи молюсків. Тоді як молодша група молюсків, енергія яких витрачається на ріст і підтримку життєдіяльності, і яка ще не володіє сформованим сильним імунітетом, піддається найбільш негативному сумісному впливу інвазії та температури.

### Висновки

Наші дослідження сезонної динаміки зараження молюсків *V. viviparus* спороцистами та церкаріями трематоди *S. pugnax* за 2006-2009 рр. з оз. Бабіне показали, що саме спороцисти присутні в інвазованих молюсках за всі сезони протягом досліджуваних років. Це свідчить про реалізацію життєвого циклу трематоди. Згідно наших спостережень за дозріванням церкарій в спороцистах, ми можемо пояснити відсутність інвазії церкаріями у деякі сезони їх незрілістю в тілі спороцисти. Максимальні значення середньої чисельності паразитів реєстрували в осінній період 2007 р. – 400 тис. екз/м<sup>2</sup> спороцист та 270 тис. екз/м<sup>2</sup> церкарій досліджуваного виду трематоди.

Найбільші значення П трематодами молюсків з ПВ були показані для старшої розмірно-вікової підгрупи масою «від 5-6 г». В лабораторних умовах цей параметр достовірної різниці не дав, хоча були відмічені високі значення П в старшої розмірно-вікової підгрупи молюсків з масою «від 4-5 г» при 21°C та в підгрупі з масою «від 3-4 г» при 30 °C.

Приріст маси інвазованих молюсків у старшій розмірно-віковій групі був в 11,9 разів більшим в порівнянні з молодшою групою при 21 °C. Тоді як при підвищенні температури (26°, 30°C) цей показник був негативним. При 26 °C молюски старшої розмірно-вікової групи менше втрачали в масі порівняно з молодшою, а при 30 °C приріст маси молюсків різних груп в середньому був меншим в 15,6 разів у порівнянні з 21 °C.

Отже, згідно представлених даних, ми вважаємо 26°C – оптимальною температурою для реалізації життєвого циклу трематоди *S. pugnax* без загрози для життя організму хазяїна.

1. Гинецинская Т. А. Трематоды, их жизненные циклы, биология, эволюция / Т. А. Гинецинская. — Наука, 1968. — 410 с.
2. Горбушин А. М. Сравнительный морфофункциональный анализ взаимоотношений в системе моллюск—трематода / А. М. Горбушин // Паразитология. — 34 (6) — 2000. — С. 502—514.
3. Давыдов О.Н. Экология паразитов рыб водоемов Украины / [Давыдов О. Н., Неборачек С. И., Куровская Л. Я., Лысенко В. Н.]. — Киев: Вестник зоологии, 2011. — 492 с.
4. Здун В. І. Личинки трематод у прісноводних молюсків України / В. І. Здун. — К.: Вид-во АН УРСР, 1961а. — 143 с.
5. Иванов А. В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных / А. В. Иванов, Ю. А. Полянский. — М.: Высш. школа, 1981. — 504 с.

6. Красуцька Н. О. Обґрунтування принципової схеми експериментів з виявленням структурно-функціональних перебудов симбіоценозів моллюсків у відповідь на зміну факторів оточуючого середовища / Н. О. Красуцька // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. випуск "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 184—185.
7. Красуцкая Н. А. Влияние трематодной инвазии на содержание общего белка и активность сукцинатдегидрогеназы в гепатопанкреасе моллюсков *Viviparus viviparus* L. при различной температуре водной среды / Н. А. Красуцкая, В. И. Юришинец // Гидробиол. журн. — 2014. — Т. 50, № 6. — С. 67—75.
8. Любарская О. Д. Полиморфизм сенсилл стилетной церкарии *Cercaria Pugnax* (Trematoda) / О. Д. Любарская, А. И. Голубев, И. А. Калина // Паразитология. — 1987. — Том 21, Вып. 5. — С. 673—677.
9. Черногоренко М. И. Личинки трематод в моллюсках Днепра и его водохранилищ / М. И. Черногоренко. — Киев: Наук. думка, 1983б. — 410 с.
10. Dawes B. The trematoda with special reference to british and other european forms. — 1946. — Cambridge: Univ. Press. — P. 449.
11. Kudlai O. The taxonomic identity and phylogenetic relationships of *Cercaria pugnax* and *Cercaria helvetica* XII (Digenea: Lecithodendriidae) based on morphological and molecular data / O. Kudlai, V. Stunžėnas, V. Tkach. — Folia Parasitologica 62. — 003. — 2015. — P. 1—8.
12. A. Cichy, A. Faltýnková, E. Zbikowska Cercariae (trematoda, digenea) in european freshwater snails – a checklist of records from over one hundred years // Folia Malacologica. — Poznan, 2011. — Vol. 19(3). — P. 165—189.
13. W. Jezewski Occurrence of Digenea (Trematoda) in two *Viviparus* species from lakes, rivers and a dam reservoir // Helminthologia. — 2004. — 41 (3). — P. 147—150.

Н. А. Красуцкая, Ю. С. Ивасюк

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

#### СЕЗОННЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНО-ЗАВИСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ «МОЛЛЮСК *VIVIPARUS VIVIPARUS* - ТРЕМАТОДА *CERCARIA PUGNAX*»

Как известно, брюхоногие моллюски рода *Viviparus* играют значительную роль в пресноводных экосистемах Украины, занимая значительную часть бентоса. Кроме того, что они участвуют в процессах самоочищения, служат биоиндикаторами антропогенного воздействия, они также являются промежуточными хозяевами гельминтов. Среди видов паразитов, которые заражают лужанку живородящую, первое место по показателям инвазии занимает трематода *Cercaria pugnax* La Valette. До недавнего времени *C. pugnax* числилась, как трематода с нерасшифрованным циклом развития и принадлежала к группе «*Microcotyle*». В связи с расшифровкой ДНК последовательности церкарии трематоды *C. pugnax* [O. Kudlai, 2015], нами было решено обобщить собственные данные и выложить их в этой статье.

Ми представили данные с сезонной динамики заражения моллюсков *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda) локальными гемипопуляциями трематод *C. pugnax* (Digenea: Lecithodendriidae) за 2007-2009 гг. Опубликованные к настоящему времени работы, посвященные анализу сезонной динамике локальных гемипопуляций партенит трематод, демонстрируют перспективность этого подхода [Галактионов, 1993; Атаев и др, 2002; Galaktionov et al, 2006]. Так, экстенсивность инвазии спороцист и церкарий *C. pugnax* в течение вегетационного периода изменялась от 24,5 до 41,9%. Интенсивность инвазии спороцистами колебалась от 2100 до 36500 экз / особь, церкариями – 2 тыс. до 4 тыс. экз / особь. Максимальные значения средней численности паразитов регистрировали в осенний период 2007 г. – 400 тыс. экз / м<sup>2</sup> спороцист и 270 тыс. экз / м<sup>2</sup> церкарий изучаемого вида трематоды.

Известно, что одним из существенных факторов, который влияет на развитие и размножение трематод, является температура. В условиях глобального потепления климата, изучение влияния повышенной температуры на реализацию жизненной программы паразитов и состояние организма хозяина, является важной задачей. Кроме того, в литературе очень мало данных о влиянии повышенной температуры на систему паразит-хозяин в целом, а не отдельные ее составляющие. Так, нами в лабораторных условиях были проведены исследования влияния этого фактора (21 °, 26 °, 30 ° C) на интенсивность заражения трематодами и прирост массы зараженных моллюсков.

К факторам, которые определяют степень заражения моллюсков трематодами, также относится и возраст хозяев. Возрастная структура отражает меру пополнения поселений молодежью, скорость роста моллюсков, их смертность и продолжительность жизни в данных экологических условиях. Мы поделили моллюсков на две размерно-возрастные группы по данным высоты раковины и их массы, условно отвечали младшим (молодежь: масса 0-3 г, высота раковины 0-25 мм) и старшим (взрослые: масса 3-5 г, высота раковины 25 и более) возрастным группам. В результате наших исследований при сравнении различных размерно-возрастных групп моллюсков было установлено рост показателей инвазии в старшей размерно-возрастной группе хозяина. В частности, высокие значения ИИ отмечены в старшей размерно-возрастной группе моллюсков «от 5-6 г» в естественных условиях и «от 4-5 г» в лабораторных условиях при 21 °С. Достоверные различия отмечены по показателю прироста массы моллюсков в зависимости от влияния температурного фактора: в контрольных условиях (21 °С) прирост массы инвазированных моллюсков старшей размерно-возрастной группы (4-5 г) был в 11,9 раз больше по сравнению с младшей группой (3-4 г). Тогда как при повышении температуры этот показатель был отрицательным. При 26 °С моллюски старшей размерно-возрастной группы меньше теряли в массе по сравнению с младшей, а при 30 °С прирост массы моллюсков разных групп в среднем был меньше в 15,6 раз по сравнению с 21 °С. Согласно полученным результатам, мы считаем 26 °С – оптимальной температурой для реализации жизненного цикла трематоды *C. pugnax* без угрозы для жизни организма хозяина.

*Ключевые слова:* моллюски *Viviparus viviparus*, спороцисты та церкарии трематод *Cercaria pugnax*, прирост массы, интенсивность инвазии

*N. A. Krasutska, J. S. Ivasiuk*

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine

SEASONAL AND TEMPERATURE-DEPENDENT CHANGES IN THE SYSTEM  
"FRESHWATER SNAIL VIVIPARUS VIVIPARUS - TREMATODE CERCARIA PUGNAX»

*Viviparus viviparus* L. (Gastropoda) are typical and numerous representatives of water bodies of Ukraine. These freshwater snails are involved in the processes of self-purification of the water environment as bioindicators of anthropogenic impacts. These snails constitute a convenient object for selection and experiments because of their ease of maintenance. They also serve as intermediate hosts for 6 species of parasites (in Ukraine) and 17 (in the Centre, North and Eastern Europe). The first place among parasites holds a trematodes *Cercaria pugnax* La Valette St. George due to their parameters of invasion.

*C. pugnax* belongs to the “microcotylae” group of xiphidiocercariae, which usually includes very small cercariae with a body less than 200 µm long developing in small oval sporocysts. Until recently *C. pugnax* was considered to have the undeciphered development cycle. Nowadays we know that trematodes *C. pugnax* belong to the family *Lecithodendriidae*. Genetical sequences of *C. pugnax* matched exactly the genetical sequences of adult *Paralecithodendrium chilostomum* (Mehlis, 1831) [O. Kudlai, 2015]. Due to the increasing anthropogenic impact on reservoirs and the increase in the average temperature, it became interesting to investigate the effect of high temperature on the system of snail – trematode based on the example of *V. viviparus* – *C. pugnax*.

In the present research we analyzed the seasonal dynamics (2006-2009 years) of trematode *C. pugnax* which infected the snails *V. viviparus*.

The invasion extensity of snails of *C. pugnax* sporocysts and sporocysts cercariae during the growing season varied from 24.5 to 41.9%. The intensity of invasion ranged from 2100 to 36500 (the number of sporocysts/snail), cercariae – from 2 thousands to 4 thousands (the number of cercariae/snail).

The level of trematode invasion in snails was determined by the age of a host. The age structure of snails is an important indicator of their population, indicating mortality and life span of snails in different environmental conditions. Also the availability of individuals of different age in the populations exhibits higher resistance to changes in environmental conditions. Taking to consideration the features of the age structure of mollusks we shared the snails into two size-age

groups according to their height and weight of shells: the junior (young: the mass of 0-3 g, 0-25 mm shell height) and the older (adults: 3-5 g weight, the height of shell 25 mm and over) groups. As the result of our research by means of comparing different sizes and age groups of snails there were found the increased rates of invasion in the host of the older size-age group.

The maximum intensity of invasion was registered in the autumn 2007: 400 thousand/m<sup>2</sup> for the sporocysts and 270 thousand/m<sup>2</sup> for the cercariae. In vivo the snails with mass "from 5 to 6 g" had the largest values of intensity of invasion. Two parameters in the laboratory conditions were investigated: the intensity of invasion and the weight gain of snails (in g·%) in dependence on the temperature of the water environment (21, 26, 30 °C). The statistical difference was found in the weight gain of snails. The snails with the weight "from 4 to 5 g" had the largest increase (in 11.9 times) compared to the younger group (up to 3 g) at 21 °C. This parameter was negative at higher temperatures (26, 30 °C). The snails "from 4 to 5 g" had less of the weight gain in comparison to the snails "to 3 g" at 26°C. No difference between the groups in the weight gain of snails was registered at 30 °C. But the weight gain of different groups of snails at 30 °C in average was lower 15.6 times compared to 21°C. According to the results we suppose that the temperature of 26 °C is the optimum temperature for implementing the life cycle of trematodes without threat to the life of the host organism.

*Keywords: snails Viviparus viviparus, sporocysts and cercariae Cercaria pugnax, the weight gain of snails, the intensity of invasion*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 26.10.2015

УДК 581.526.323:285.3

Д. П. ЛАРІОНОВА

Інститут гідробіології НАН України  
пр-т. Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

## **ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА МІКРОФІТОБЕНТОСУ РУСАНІВСЬКОГО КАНАЛУ (м. КИЇВ)**

Досліджено видовий склад мікрофітобентосу Русанівського каналу, розташованого на території м. Києва. Знайдено 131 вид водоростей, представлених 142 внутрішньовидовими таксонами (з номенклатурним типом виду включно), які належали до 6 відділів, 9 класів, 20 порядків, 34 родин та 56 родів. Встановлено, що в таксономічній структурі мікрофітобентосу основна роль належить представникам відділів *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* та *Суанoprokaryota*.

*Ключові слова: мікрофітобентос, таксономічна структура, штучний водоток*

На території м. Києва розташовані численні штучні водні об'єкти, серед яких є як водойми, так і водотоки. Залежно від їхнього типу, конструктивних та технологічних параметрів, режиму експлуатації в них формуються специфічні умови для існування гідробіонтів [2, 3, 6].

Від природних водотоків (річок, струмків) штучні водотоки – канали, суттєво різняться низкою специфічних рис, зокрема, характером ложа, наявністю часткового або повного його облицювання твердим покриттям, відносною постійністю поперечного профілю, глибини та ін. Це обумовлює особливу направленість в них біологічних процесів і певні закономірності формування та розвитку як фітопланктону, так і мікрофітобентосу [5].

До теперішнього часу таксономічна структура мікрофітобентосу штучних водотоків м. Києва не вивчалась.

Мета роботи полягала у характеристиці та виявленні особливостей таксономічної структури мікрофітобентосу штучного водотоку – Русанівського каналу, що розташований в

межах м. Києва і гідрологічно пов'язаний з Русанівською протокою – елементом придаткової мережі річкової частини Канівського водосховища.

### Матеріал і методи досліджень

Матеріалом послужили результати досліджень мікрофітобентосу Русанівського каналу – штучного водотоку, розташованого навколо житлового масиву Русанівка на території м. Києва, які проводились весною, влітку та восени 2014 – 2015 рр. Канал було створено у другій половині 60-тих років ХХ ст. у період будівництва житлового масиву, на даний час його використовують у рекреаційних цілях [1].

Проби мікрофітобентосу відбирали мікробентометром МБ-ТЕ у трьох повторностях на замуленому бетонному облицюванні, у місцях, вільних від заростей вищої водяної рослинності та на дні, де формувався товстий шар рухливого мулу, із загальної площі 40 см<sup>2</sup>. Відбір та камеральну обробку проб проводили за загальноприйнятою методикою [4].

Кількісний підрахунок здійснювали на рахівній пластині у краплі об'ємом 0,1 см<sup>3</sup>, відібраній штемпель-піпеткою. Для визначення діатомових водоростей виготовляли препарати з використанням спеціальних середовищ [7]. Об'єм таксонів водоростей та латинські назви приводили у відповідності до сучасної класифікаційної системи [8].

### Результати досліджень та їх обговорення

У мікрофітобентосі Русанівського каналу виявлено 131 вид водоростей, представлених 142 внутрішньовидовими таксонами (з номенклатурним типом виду включно) (в.в.т.), які належали до 6 відділів, 9 класів, 20 порядків, 34 родин та 56 родів (табл.).

Таблиця

Таксономічна структура мікрофітобентосу Русанівського каналу

Відділи	Кількість таксонів, од.					
	класи	порядки	родини	роди	види	в.в.т.
Cyanoprokaryota	2	2	3	4	6	6
Euglenophyta	1	1	1	1	2	2
Chrysophyta	1	1	1	1	2	2
Bacillariophyta	3	13	24	42	109	119
Chlorophyta	1	2	4	7	11	12
Charophyta	1	1	1	1	1	1
Всього	9	20	34	56	131	142

Основу видового багатства мікрофітобентосу Русанівського каналу формували *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* і *Cyanoprokaryota*, частка яких складала 96,6 %, тоді як загальна частка *Euglenophyta*, *Chrysophyta* та *Charophyta* не перевищувала 3,5 %. Найбільш таксономічно значущим був відділ *Bacillariophyta* – (109 видів (119 в.в.т.) – 83,8 %), до складу якого входило три класи: *Bacillariophyceae* (105 видів (115 в.в.т.) – 96,6 %), *Coscinodiscophyceae* (2 види (2 в.в.т.) – 1,7 %), *Mediophyceae* (2 види (2 в.в.т.) – 1,7 %). *Bacillariophyceae* включав 10 порядків: *Achnanthes*, *Thalassiosiphales*, *Mastogloiales*, *Cymbellales*, *Naviculales*, *Surirellales*, *Fragilariiales*, *Eunotiales*, *Rhopalodiales*, *Bacillariales*, серед яких за числом видів вирізнялись *Naviculales* (42 види (43 в.в.т.) – 37,4 %), *Cymbellales* (22 види (24 в.в.т.) – 20,8 %) та *Fragilariiales* (11 видів (17 в.в.т.) – 14,8 %). В межах цього класу, який налічував 21 родину: *Achnanthidiaceae*, *Cocconeidaceae*, *Achnanthaceae*, *Catenulaceae*, *Mastogloiaceae*, *Anomoeoneidaceae*, *Cymbellaceae*, *Gomphonemataceae*, *Rhoicosphaeniaceae*, *Pinnulariaceae*, *Desmidiaceae*, *Sellaphoraceae*, *Stauroneidaceae*, *Naviculaceae*, *Surirellaceae*, *Fragilariaceae*, *Pleurosigmataceae*, *Brachysiraceae*, *Eunotiaceae*, *Rhopalodiaceae*, *Bacillariaceae* провідна роль належала *Naviculaceae* (15 видів (15 в.в.т.) – 13,0 %), *Fragilariaceae* (11 видів (17 в.в.т.) – 14,8 %) та *Surirellaceae* (11 видів (13 в.в.т.) – 11,3 %). З 42 родів *Bacillariophyceae* найбільшим числом видів характеризувались *Navicula* Bory (12 видів (12 в.в.т.) – 10,4 %), *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb. (9 видів (11 в.в.т.) – 9,6 %) та *Nitzschia* Hass. (10 видів (10 в.в.т.) – 8,7 %). До класу *Coscinodiscophyceae* входило два порядки – *Aulacoseirales* та *Melosirales* (по 1 виду (1 в.в.т.) – 1,7 %), родини *Aulacoseiraceae* та *Melosiraceae*, роди



*Aulacoseira* C. Agardh і *Melosira* C. Agardh (по 1 виду (1 в.в.т.) – 50 %); до класу *Mediophyceae* – порядок *Thalassiosirales* (2 види (2 в.в.т.) – 1,7 %), родина *Stephanodiscaceae*, роди *Cyclotella* Kütz. і *Stephanodiscus* Ehrenb. (по 1 виду (1 в.в.т.) – 50 %).

Відділ *Chlorophyta* представлений 11 видами (12 в.в.т.) – 8,5 %, класом *Chlorophyceae*, порядками *Sphaeropleales* і *Oedogoniales*, чотирма родинами: *Hydrodictiaceae*, *Oedogoniaceae*, *Scenedesmaceae* і *Selenastraceae* та сімома родами. Серед порядків найбільш значимі були *Sphaeropleales* (10 видів (11 в.в.т.) – 91,7 %), родин – *Scenedesmaceae* (7 видів (8 в.в.т.) – 66,6 %), родів – *Desmodesmus* (Chodat) An, Friedl et E. Hegew. (3 види (4 в.в.т.) – 33,3 %) та *Scenedesmus* Meyen (3 види (3 в.в.т.) – 25,0 %).

Відділ *Cyanoprokaryota* – третій за видовим багатством (6 видів (6 в.в.т.) – 4,2 %), включав класи – *Hormogoniophyceae* і *Cyanophyceae*, порядки – *Oscillatoriales* і *Chroococcales*, родини – *Oscillatoriaceae*, *Phormidiaceae* та *Merismopediaceae* та чотири роди. Провідна роль у формуванні видового багатства *Cyanoprokaryota* серед класів належала *Hormogoniophyceae* (5 видів (5 в.в.т.) – 83,3 %), порядків – *Oscillatoriales* (з аналогічними показниками), родин – *Phormidiaceae* (3 види (3 в.в.т.) – 50,0 %) та *Oscillatoriaceae* (2 види (2 в.в.т.) – 33,3 %), родів – *Phormidium* Borg (3 види (3 в.в.т.) – 50,0 %).

Відділ *Chrysophyta* налічував 2 види (2 в.в.т.) – 1,4 %, які відносились до класу *Chrysophyceae*, порядку *Ochromonadales*, родини *Synuraceae*, роду *Mallomonas* Perty.

Відділ *Euglenophyta* (2 види (2 в.в.т.) – 1,4 %) сформований за рахунок представників класу *Euglenophyceae*, порядку *Euglenales*, родини *Euglenaceae*, родів *Euglena* Ehrenb. та *Phacus* Dujard. (по 1 виду (1 в.в.т.) – 50 %).

Відділ *Charophyta* виділявся серед інших найнижчими показниками, оскільки був представлений лише одним видом, який належить до класу *Conjgatoophyceae*, порядку *Desmidiaceae*, родини *Closteriaceae* та роду *Closterium* Nitzsch., частка якого у видовому багатстві мікрофітобентосу не перевищувала 0,7 %.

Проведений у різні сезони року аналіз таксономічної структури мікрофітобентосу свідчить, що найбільше різноманіття видів характерно для осіннього періоду – 102 види (114 в.в.т.), з них на відділ *Bacillariophyta* припадав 91 вид (103 в.в.т.) – 90,4 %, на відділ *Chlorophyta* – 6 видів (6 в.в.т.) – 5,3 %, відділ *Cyanoprokaryota* – 4 види (4 в.в.т.) – 3,5 %, відділ *Euglenophyta* – 1 вид (1 в.в.т.) – 0,8 %. У весняний період у мікрофітобентосі налічувалось 100 видів (110 в.в.т.), відповідно на відділ *Bacillariophyta* припадав 91 вид (101 в.в.т.) – 91,8 %, на відділ *Chlorophyta* – 6 видів (6 в.в.т.) – 5,5 %, відділ *Chrysophyta* – 2 види (2 в.в.т.) – 1,8 %, відділ *Charophyta* – 1 вид (1 в.в.т.) – 0,9 %. У літній період у мікрофітобентосі був виявлений 61 вид (69 в.в.т.), представлений чотирма відділами: *Bacillariophyta* – 57 видів (65 в.в.т.) – 94,2 %, *Cyanoprokaryota* – 2 види (2 в.в.т.) – 3,0 %, *Chlorophyta* і *Euglenophyta* – по 1 виду (1 в.в.т.) – 1,4 % відповідно.

## Висновки

У мікрофітобентосі Русанівського каналу знайдено 131 вид водоростей, представлених 142 внутрішньовидовими таксонами (з номенклатурним типом виду включно), які належали до 6 відділів, 9 класів, 20 порядків, 34 родин та 56 родів. Основу видового багатства складають представники *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* і *Cyanoprokaryota*, менш представлені *Chrysophyta*, *Euglenophyta* та *Charophyta*. У таксономічній структурі мікрофітобентосу провідна роль на рівні класів належить *Bacillariophyceae*, порядків – *Naviculales*, родин – *Naviculaceae*, родів – *Navicula*. Основу таксономічної структури мікрофітобентосу весною, влітку і восени формують діатомові водорості. Найбільша їх кількість характерна для осіннього, а найменша – для літнього сезону.

1. Вишневський В. І. Дніпро біля Києва / В. І. Вишневський. — К.: Інтерпрес ЛТД, 2005. — 100 с.
2. Екологічна енциклопедія: У 3 т. / Редколегія: А.В.Толстоухов (головний редактор) [та ін.] — К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», А-Е. — 432 с.: іл. — (В опр.).
3. Екологічний стан київських водойм / [О.А. Афанасьева, Т.С. Багацька, Н.Г.Оляницька та ін.]. — К.: Фітосоціоцентр, 2010. — 256 с.

4. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / [Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін.]; за ред. В.Д. Романенка. — НАН України, Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
5. *Оксиюк О. П.* Водоросли каналов мира / О. П. Оксиюк. — Изд-во «Наукова думка». — Киев. — 1973. — 207 с.
6. *Стецюк В. В.* Київ як екологічна система: природа-людина-виробництво-екологія / [В. В. Стецюк, С. П. Романчук, Ю. В. Щур та ін.]. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2001. — 259 с.
7. *Топачевський О. В.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. XI. Діатомові водорості / О. В. Топачевський, О. П. Оксиюк. — К.: Вид-во АН УРСР, 1960. — 412 с.
8. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography* / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Ganter Verlag, 2006-2011. (Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta. — 2006. — 713 p.; Vol. 2. Bacillariophyta. — 2009. — 413 p.; Vol. 3. Chlorophyta. — 2011. — 511 p.).

*Д. П. Ларионова*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

#### ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МИКРОФИТОБЕНТОСА РУСАНОВСКОГО КАНАЛА (Г. КИЕВ)

Исследован видовой состав микрофитобентоса Русановского канала, расположенного на территории г. Киева. Обнаружен 131 вид и 142 внутривидовых таксона водорослей с номенклатурным типом вида включительно, которые относились к 6 отделам, 9 классам, 20 порядкам, 34 семействам и 56 родам. Установлено, что в таксономической структуре микрофитобентоса основная роль принадлежит представителям отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Cyanoprokaryota*.

*Ключевые слова:* микрофитобентос, таксономическая структура, искусственный водоток

*D. P. Larionova*

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv

#### TAXONOMICAL STRUCTURE OF MICROPHYTOBENTHOS OF THE RUSANOVKA CHANNEL (KYIV)

Water bodies of the urbanized territories of Ukraine are subjected to ever enhanced anthropogenic impact, which causes significant degradation of their ecological and sanitary state, the quality of the aquatic habitats and the health of population as well as the quality of water resources for economic use. Microphytobenthos is an important and integral component of the water ecosystems of natural and artificial water bodies and watercourses, it is involved in the formation of the water quality and the biological productivity of water bodies as it is an active agent of the self purification process. This paper presents the result of the research of the taxonomical structure of microphytobenthos of the Rusanovka channel – an artificial watercourse, located in the left bank of the Dnieper River within the Kyiv city boundaries. It runs through the territory of the Rusanovka housing area and is connected hydraulically with the Rusanovka side arm of the river section of the Kaniv reservoir. The channel was constructed in the second half of the 60s of the 20th century during the construction of the housing estate. Its length is 2 km 700 m, width – 40 m, depth – 3–4 m; channel's bed is fully lined with concrete slabs. Flowage during the day is uneven and depends on the diurnal oscillations of the flow rate and water level, which are due to peak mode of operation of Kyiv hydroelectric power station. Therefore there is the accumulation of silt in the channel, which leads to intensive overgrowing of coastal areas by the higher aquatic vegetation. Now the Rusanovka channel is used for recreational purposes.

The purpose of the research was to establish the taxonomical structure of the microphytobenthos of the Rusanovka channel. Such investigations have been carried out for first time.

Researches of the taxonomical structure of microphytobenthos of this artificial watercourse was carried out in the spring, summer and autumn of 2014–2015. Sampling was carried out by a sampling device “Mikrobentometr T-E” in the areas free from thickets of the higher aquatic vegetation, which formed a thin layer of mobile silt. Algological samples were conserved by 4% solution of

formaldehyde, and laboratory processing was carried out according to methods, which are used in hydrobiological studies of water surface. Permanent preparations were produced for determination of the species composition of diatoms. The Ukrainian and European determinative keys were used for algae identification.

On the basis of field studies microphytobenthos of the Rusanovka channel comprised 131 species (142 species and intraspecific taxa) of 6 types, 9 classes, 20 orders, 34 families and 56 genera. The structure analysis showed, that the most significant role in terms of diversity played the representatives of types *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* and *Cyanoprokaryota*, followed by types *Euglenophyta*, *Chrysophyta* and *Charophyta*, whose share in the total number of species was insignificant. At the level of classes the greatest contribution was made by *Bacillariophyceae*, which belong to the type *Bacillariophyta*; *Chlorophyceae* – type *Chlorophyta*; as well as *Hormogoniophyceae* and *Cyanophyceae*, type *Cyanoprokaryota*. At the level orders domination was allocated as follows: *Naviculales*, *Fragilariales*, *Cymbellales* (class *Bacillariophyceae*) and *Sphaeropleales* (class *Chlorophyceae*); at level of families – *Naviculaceae*, *Surirelataceae*, *Fragilariaceae* (*Bacillariophyta*) and *Scenedesmaceae* (*Chlorophyta*), at level of genera – *Navicula*, *Gomphonema*, *Nitzschia* and *Desmodesmus*, *Scenedesmus* respectively.

The analysis of seasonal aspects of the species richness of microphytobenthos showed, that the number of species was the highest in autumn, and in summer it was the lowest. The taxonomical structure of microphytobenthos in all seasons was formed mainly by diatoms. Types *Euglenophyta*, *Chrysophyta* and *Charophyta* were represented by the lowest number of species.

*Keywords: microphybenthos, the taxonomical structure, an artificial watercourse*

Рекомендує до друку

Надійшла 05.01.2016

В. В. Грубінко

УДК 582.542.11(581.143.3:632.118.3)(285)

<sup>1</sup>А. А. ЯВНЮК, <sup>2</sup>Н. Л. ШЕВЦОВА, <sup>2</sup>Д. І. ГУДКОВ

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет  
пр-т. Космонавта Комарова, 1, Київ, 03680

<sup>2</sup>Інститут гідробіології НАН України  
пр-т. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

## **АНОМАЛІ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО З ВОДОЙМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ЗА УМОВ ДОДАТКОВОГО ГОСТРОГО ЙОНІЗУВАЛЬНОГО ОПРОМІНЕННЯ**

В роботі представлено результати досліджень аномалій розвитку насіннєвого потомства очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження, що отримало дозу додаткового гострого опромінення 25, 75 та 150 Гр. Аналіз показав, що у спектрі аномалій переважають некрози зародкових коренів. Збільшення дози гострого опромінення у градієнті хронічного дозового навантаження на батьківські рослини викликало збільшення загальної кількості аномалій у паростків насіння за рахунок порушень органогенезу. Досліджено кореляційний зв'язок різних груп аномалій з показниками життєздатності паростків насіння.

*Ключові слова: аномалії паростків насіння, очерет звичайний, хронічне та гостре йонізувальне випромінювання, Чорнобильська зона відчуження*

Дослідження радіобіологічних ефектів у вищих рослин в умовах радіонуклідного забруднення, значною мірою спрямовані на вивчення генетичних [1-7] та цитогенетичних [8-11] аномалій. Їх об'єктом є вплив йонізувального випромінювання на генетичний матеріал дикорослих рослин [12-16] або сільськогосподарських злакових культур [17-20]. Разом з тим, онтогенетичні

порушення на ранніх стадіях життєвого циклу рослин є не менш актуальним питанням у зв'язку з підвищеною радіочутливістю тканин на стадії формування. Особливої уваги заслуговують вищі водні рослини радіоактивно уражених територій, які зазнають значних дозових навантажень та відіграють важливу роль в акумуляції радіонуклідів у водних екосистемах.

Мета роботи – дослідити розвиток насінневого потомства очерету звичайного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud з водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) при додатковому гострому опроміненні в дозах 25, 75 та 150 Гр.

### Матеріал і методи досліджень

При виконанні досліджень використовували метод пророщування насіння в лабораторних умовах та визначення показників аномального розвитку паростків [21], метод розрахунку загальної потужності поглиненої дози (ППД) за рахунок внутрішнього опромінення та з урахуванням даних питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у водному середовищі [22], методи статистичної [23, 24] та математичної обробки отриманих результатів за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Волоті очерету 2012 р. вегетації відбирали з водойм в межах ЧЗВ – оз. Глибоке та водоймі-охолоднику (ВО) ЧАЕС. Контрольною водоймою слугувало оз. Вербне (м. Київ) з фоновим рівнем радіонуклідного забруднення. Насіння пророщували в лабораторних умовах у чашках Петрі на стелажі з освітленням 5-10 кЛк за температури 20-22 °С та з обов'язковим дотриманням умов рандомізації.

Додаткове опромінення зернівок очерету проводили на імпульсному лінійному прискорювачі електронів «ИЛУ-6» (Росія) у діапазоні енергій 1,2–2,5 MeV [25]. Опромінення проводили дозами 25, 75 та 150 Гр з потужністю 0,69 Гр/сек. Для кожної водойми залишали неопромінений власний контроль (ВК).

Досліджені групи аномалій та метод розрахунку порушень представлені у статті [26]. Слід зауважити, що для деяких паростків була характерна наявність декількох аномалій одночасно, наприклад, паростки з безхлорофільним листям могли мати порушення геотропізму зародкового кореня.

### Результати досліджень та їх обговорення

Дозові навантаження від хронічного опромінення на очерет звичайний з досліджуваних водойм коливалися в межах середніх значень 0,03-15 мкГр/год (табл. 1).

Таблиця 1

Дозові навантаження на батьківські рослини очерету звичайного, мкГр/год.

Водойма	ППД від зовнішнього $\gamma$ -фону	ППД від води	ППД від донних відкладів*	ППД внутрішнього опромінення	Загальна ППД
Оз. Глибоке	4,9–20,0	7,9E-03 – 1,1E-02	1,4E-01 – 7,9E-01	1,1E-01 – 1,1	$\frac{5,2-21,9}{15^{**}}$
ВО ЧАЕС	8,7E-01 – 1,0	8,8E-04 – 1,0E-03	4,9 E-02 – 5,0E-01	4,0E-02 – 2,9E-01	$\frac{9,6E-01-1,8}{1,5^{**}}$
Оз. Вербне (м. Київ)	2,8E-02 – 3,3E-02	–	–	1,2E-03 – 1,4E-03	$\frac{2,9E-02-3,4E-02}{0,03^{**}}$

\*Потужність поглиненої дози від радіонуклідів, депонованих у донних відкладах, розрахована для придаткових кореневищних ґрунтових коренів, з урахуванням їх частки в біомасі цілої рослини залежно від типу субстрату [27]: Оз. Глибоке – сильно замулені піски (10% від загальної біомаси), ВО ЧАЕС – піски (25%), Оз. Вербне – середньо замулені піски;

\*\* середні зважені значення;

– Вимірювання не проводили

Насіння рослин має фізіологічні та структурні бар'єри, що обмежують накопичення радіонуклідів, але поглинена доза за рахунок інкорпорованих радіонуклідів має вагоме

значення у появі радіобіологічних ефектів. Внутрішня поглинена доза батьківських рослин водоїм ЧЗВ на декілька порядків перевищує величини фонових вибірок. Середньо зважена потужність внутрішньої поглиненої дози для очерету звичайного з оз. Глибоке та ВО ЧАЕС відповідно становить  $15 \pm 1,2$  та  $1,5 \pm 0,07$  мкГр/год, а з оз. Вербного –  $0,03 \pm 0,004$  мкГр/год. Потужність сумарної поглиненої дози на очерет звичайний в одному з найбільш забруднених озер ЧЗВ – оз. Глибоке, може сягати 22 мкГр/год, що на чотири порядки перевищує природні фонові значення радіаційного фону. Знаходження вищих водних рослин в умовах довготривалого низькоінтенсивного опромінення від радіонуклідів, що знаходяться в водній екосистемі, призводить до певних відхилень онтогенетичних [29, 26] та цитогенетичних показників [28].

У насіння рослин з водоїм ЧЗВ зареєстровано значну кількість різноманітних аномалій розвитку паростків. Спектр аномалій паростків був представлений трьома групами, з яких групи з хлорофільними аномаліями листя та порушеннями геотропізму були найменш чисельними, а домінуючою була група паростків з аномаліями органогенезу, частка яких у схожого насіння в оз. Глибоке сягала майже 60% (рис. 1а, б).

Найменша кількість аномалій паростків усіх типів, що не перевищувала 30% від схожих зернівок, зареєстрована у насіння рослин фонові водоїми (рис. 1в). Найбільша – понад 60%, у рослин з водоїми ЧЗВ з найбільшою потужністю дози хронічного опромінення – 15 мкГр/год (рис. 1а).

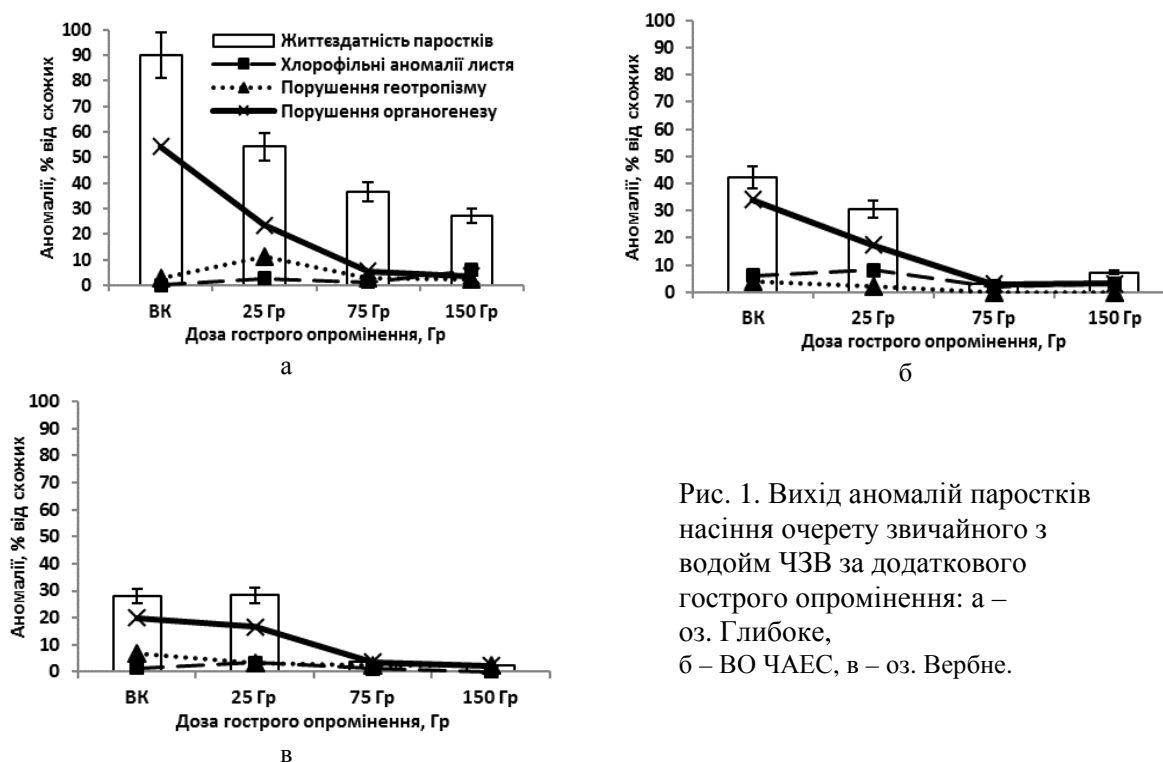


Рис. 1. Вихід аномалій паростків насіння очерету звичайного з водоїм ЧЗВ за додаткового гострого опромінення: а – оз. Глибоке, б – ВО ЧАЕС, в – оз. Вербне.

Додаткове гостре опромінення насіння викликало, переважно, зменшення кількості паростків з аномаліями за виключенням групи «хлорофільні порушення» (див. рис 1). Частка хлорофільних аномалій після опромінення у дозі 25 Гр зростала у всіх вибірках. Найбільша кількість паростків з безхлорофільним листям спостерігалася у насіння рослин з ВО ЧАЕС. Показник безхлорофільності листя у схожого насіння рослин з оз. Глибокого збільшувався від 1 до 8% у діапазоні доз гострого опромінення 25-150 Гр. Аналіз співвідношення паростків з подібними аномаліями до життєздатних зернівок рослин з водоїм ЧЗВ виявив суттєве зростання у градієнті збільшення дози додаткового гострого опромінення з 0 до 75 Гр у насінневого потомства рослин з ППД 1,5 мкГр/год, та з 25 до 150 Гр у насінневого потомства рослин з ППД 15 мкГр/год. Максимальне значення – 67%, було зареєстровано у насінневого потомства рослин з ВО ЧАЕС (табл. 2). Звертає на себе увагу те, що чверть життєздатних

паростків насіння очерету з оз. Глибоке при додатковому гострому опроміненні у дозі 150 Гр, мала хлорофільні мутації.

Таблиця 2

Аномалії життєздатних паростків насіння очерету звичайного у водоймах з різним рівнем радіонуклідного забруднення при додатковому гострому опроміненні: 1 – хлорофільні аномалії листя, 2 – порушення геотропізму, 3 – порушення органогенезу.

Водойма, середня зважена ППД, мкГр/год	Група аномалій	Доза додаткового гострого опромінення, Гр			
		ВК	25	75	150
		Частка аномальних паростків, %			
Оз. Глибоке, 15,0±1,2	1	0	5	4	22
	2	3	21	7	9
	3	60	44	15	13
ВО ЧАЕС, 1,5±0,07	1	15	27	67	43
	2	10	7	0	0
	3	80	57	100	43
Оз. Вербне, 0,03±0,004	1	5	12	33	0
	2	24	12	67	100
	3	71	59	100	100

Детальний опис хлорофільних мутацій представлено у визначнику [30]. Вплив йонізувального опромінення на появу даного типу аномалій досліджено в небагатьох роботах [31-33]. Вплив гамма-випромінювання на фотосинтетичні пігменти досліджено переважно на бобових, зокрема на паростках квасолі золотистої *Vigna radiata* (L.) Wilczek [34]. Показано, що загальний вміст хлорофілу зі збільшенням дози гострого опромінення знижувався, в основному за рахунок хлорофілу b [34, 32]. У роботі [35] встановлено, що гамма промені призводять до руйнування молекул хлорофілу.

Якщо хлорофільні аномалії трапляються досить рідко, то аномалії, що пов'язані з порушенням геотропізму, є досить поширеними у паростків насіння рослин [21]. Подібні порушення, здебільшого, обумовлені різною швидкістю як поділу ініційних клітин, які формують змінений орган, так і їх подальшого розтягнення, що пов'язують з порушенням процесів регуляції морфогенезу [21]. У схожих паростків насіння рослин з усіх досліджуваних водойм та, не залежно від дози додаткового гострого опромінення, частка аномалій подібного типу була незначною та варіювала від 0 до 7%, за виключенням випадку опромінення насіння з оз. Глибоке дозою 25 Гр (11%). У паростків насіння, що виявилися життєздатними, у рослин з фонові водойми, зареєстровано найбільшу частку даного типу порушень – 24%. У паростків насіння рослин з водойм ЧЗВ цей показник знижувався при збільшенні величини ППД і становив – 10% при ППД 1,5 мкГр/год та 3% – при ППД 15 мкГр/год (табл. 2).

Додаткове гостре опромінення насіння рослин з фонові водойми призводило до збільшення частки життєздатних паростків з подібними аномаліями – до 67% при опроміненні дозою 75 Гр та до 100% – при 150 Гр. У життєздатних паростків насіння рослин з водойм ЧЗВ таку тенденцію не спостерігали.

Найбільш поширеним типом аномалій, що траплявся у паростків насіння очерету звичайного з водойм ЧЗВ та фонові водойми, були порушення органогенезу. При ППД 15 мкГр/год (оз. Глибоке) була зареєстрована найбільша кількість схожих паростків з цими аномаліями – 54%, при ППД 1,5 мкГр/год (ВО ЧАЕС) – 34% та при ППД 0,003 мкГр (оз. Вербне) – 20%. Додаткове гостре опромінення насіння у дозі 75 Гр викликало значне зменшення цієї величин до 5%, 3% та 3,5% відповідно. Подальше двократне збільшення дози додаткового гострого опромінення (до 150 Гр) суттєво не впливало на вихід аномалій органогенезу.

Серед життєздатних аномальних паростків переважна частка (60-80%) також була з аномаліями органогенезу незалежно від ППД (табл. 2). Додаткове гостре опромінення

призводило до зменшення частки цих аномальних паростків до мінімального значення у 13% (при опроміненні в дозі 150 Гр) насіннєвого потомства рослин з максимальною ППД 15 мкГр/год. Насіннєве потомство рослин з фонові водоїми, додатково опромінене в діапазоні доз 25-150 Гр, було представлено виключно паростками з аномаліями органогенезу.

Якщо під опромінення попадає вегетуюча рослина, то органогенез порушується внаслідок інактивації меристемних клітин [36]. Але виявлення причин відхилень органогенезу від норми в опроміненіх вегетуючих рослинах потребує ґрунтовних досліджень [36]. Тому для вивчення природи порушень органогенезу зазвичай використовують калусні культури, органогенез яких полягає в утворенні диференційованих бруньок та меристемоїдів. На основі результатів досліджень калусних культур [36, 37] зроблено припущення, що в індукції органогенезу беруть участь або продукти радіаційно-хімічних реакцій речовин, які містяться в тканинах, або опромінені клітини продукують речовини, подібні до цитокінінів. Також встановлено, що продукти радіаційно-хімічного перетворення сахарози теж можуть індукувати органогенез [36, 38]. Зазвичай виникнення порушень органогенезу пов'язують з зняттям апікального домінування (порушення регулювання) за участю фізіологічно активних речовин, що виникають в результаті дії йонізувального випромінювання на біохімічні складові тканини [36].

Аналіз динаміки появи некрозів зародкового кореня (рис. 2) у паростків насіння очерету звичайного виявив досить типове зростання кількості цих аномалій, спричинене додатковим гострим опроміненням.

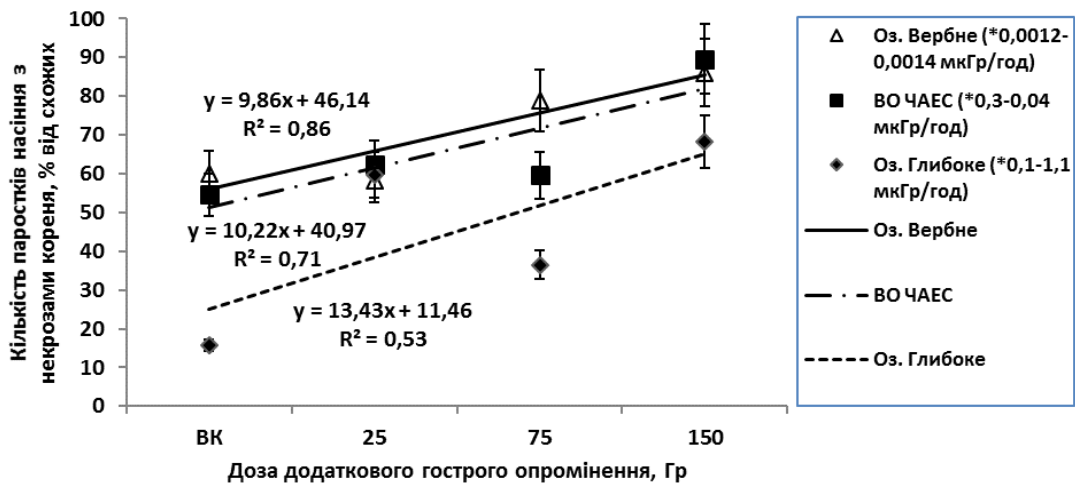


Рис. 2. Дозова залежність виходу некрозів кореня у паростків насіння водоїм Чорнобильської зони відчуження та фонові водоїми при додатковому гострому опроміненні. \* – діапазон потужності дози внутрішнього опромінення.

У діапазоні підвищення дози додаткового гострого опромінення кількість паростків з некрозами кореня у насіння очерету з оз. Вербне зросла майже на 26%. Подібне спостерігалось і у вибірках насіння рослин з ВО ЧАЕС, де цей показник виріс майже на 35%. У вибірці насіння рослин з оз. Глибоке зареєстровано мінімальну частку паростків з некрозами кореня – 16%, але після додаткового гострого опромінення у дозі 150 Гр цей показник виріс більше ніж у 4 рази (див. рис. 2). Опромінення у дозі 150 Гр призводило до появи максимальної – від 60 до 90%, кількості паростків з некрозами у насіння рослин з усіх досліджуваних водоїм. Необхідно зауважити, що за додаткового гострого опромінення у насіннєвого потомства рослин з оз. Глибоке, де ППД коливається в межах 5,2 – 21,9 мкГр/год, що є одним з найвищих показників для рослин водоїм ЧЗВ, кількість паростків з некрозами коренів була найменшою порівняно з іншими вибірками.

Розраховано кореляційний зв'язок між життєздатністю насіннєвого потомства очерету звичайного та аномальністю паростків (табл. 3).

Кореляція показників життєздатності схожих паростків насіння очерету звичайного та їх аномальності при додатковому гострому опроміненні в дозах 25, 75 та 150 Гр.

Аномалії	Коефіцієнт кореляції		
	оз. Глибоке	ВО ЧАЕС	оз. Вербне
Хлорофільні аномалії листя	-0,73	-0,94	-0,30
Порушення геотропізму	-0,26	0,995	-0,95
Порушення органогенезу	0,96	-0,05	-0,97
Некрози коренів	-0,77	-0,55	-0,98

Встановлено вірогідну негативну кореляцію між життєздатністю та більшістю типів аномалій для насінневого потомства очерету з фонові водою. Виключення становила група малочисельних хлорофільних аномалій. Кількість аномалій життєздатних паростків у нормі має загальну тенденцію до зменшення. Саме це явище спостерігалось у насінневого потомства з фонові водою – збільшення кількості аномалій пов'язано зі зменшенням життєздатності насіння.

У паростків насінневого потомства, батьківські рослини якого отримують ППД 1,5 мкГр/год (ВО ЧАЕС), додаткове гостре опромінення призводило до значних розбіжностей у виході аномалій паростків. У цій вибірці відсутня кореляція життєздатності насінневого потомства з аномаліями органогенезу. Проте більшість життєздатних паростків рослин з ВО ЧАЕС мали хлорофільні аномалії, що негативно впливало на життєздатність зернівок. Навпаки, підвищення виходу порушень геотропізму паростків пов'язано зі збільшенням життєздатності насінневого потомства рослин з ВО ЧАЕС.

У насінневого потомства рослин з оз. Глибоке (ППД 15 мкГр/рік) встановлено вірогідну позитивну кореляцію життєздатності насіння та порушень органогенезу паростків, що свідчить про те, що паростки з подібними аномаліями є життєздатними. Кореляція життєздатності з іншими типами аномалій була вірогідно негативною. Аномалії геотропізму у даній вибірці не впливали на життєздатність паростків насіння.

Для рослин всіх досліджуваних водойм встановлено вірогідну негативну кореляцію між життєздатністю насінневого потомства та некрозами зародкових коренів паростків насіння, хоча траплялися поодинокі випадки з появою другого зародкового кореня.

### Висновки

Досліджено зміни у спектрі аномалій розвитку паростків насіння очерету звичайного з водойм ЧЗВ та водойми з фоновим рівнем радіонуклідного забруднення, що виникли внаслідок додаткового гострого йонізуючого опромінення у діапазоні доз 25-150 Гр.

Виявлені аномалії паростків насіння віднесли до трьох груп: насіння з хлорофільними аномаліями листя; порушеннями геотропізму та аномаліями органогенезу. Найбільш чисельною була група аномалій органогенезу, а групи з хлорофільними аномаліями листя та порушеннями геотропізму – менш чисельними.

Частка кожної групи у спектрі аномалій паростків залежала від дозового навантаження, що отримують батьківські рослини у водою та від дози додаткового гострого опромінення. У насінневого потомства рослин з водою, в яких дозове навантаження на батьківські рослини знаходиться на рівні природного радіаційного фону, була виявлена невелика кількість схожих паростків з аномаліями. У діапазоні доз додаткового гострого опромінення 25-150 Гр чисельність аномальних паростків у схожих зернівок, як і життєздатність насіння, вірогідно знижувалися.

Встановлено вірогідну негативну кореляцію між життєздатністю та більшістю типів аномалій для насінневого потомства очерету з водою з природним радіаційним фоном. Додаткове гостре опромінення призводило до зниження як життєздатності насінневого потомства очерету, так і до зменшення аномалій усіх груп схожих зернівок.

Частка аномалій певної групи у спектрі аномалій паростків насінневого потомства рослин з водою ЧЗВ залежала як від поглиненої дози довготривалого опромінення низької



інтенсивності, так і від дози додаткового гострого опромінення. Насіннєве потомство, батьківські рослини якого отримують нижчу ППД – 1,5 мкГр/год, мало меншу кількість схожих паростків з аномаліями, ніж насіннєве потомство рослин, що отримують ППД 15 мкГр/год. Аномалії у життєздатного насіння цієї вибірки були представлені здебільшого групою з порушеннями органогенезу у діапазоні доз додаткового гострого опромінення 0-15 мкГр/год.

У схожих паростків насіння рослин з водойм, де ППД становить 15 мкГр/год, найчастіше траплялися порушення органогенезу, але й частка інших порушень була досить високою. Додаткове гостре опромінення приводило до вірогідного зниження кількості аномалій у схожих зернівках відповідно до зниження життєздатності паростків. Проте у життєздатних паростків після додаткового опромінення значно підвищилась частка хлорофільних аномалій, а частка аномалій з порушенням органогенезу знизилася.

Отже, додаткове гостре опромінення насіннєвого потомства очерету звичайного виявило значну варіабельність появи різних типів аномалій у паростків насіння рослин в залежності від поглиненої дози довготривалого низькоінтенсивного йонізуючого випромінення. Здебільшого спостерігалася вірогідна обернена кореляція життєздатності паростків та частки аномальних паростків. Виключення становили аномалії геотропізму у насіннєвого потомства рослин з ППД 1,5 мкГр/год та порушення органогенезу – у насіннєвого потомства рослин з ППД 15 мкГр/год.

Аналіз появи не сумісних з життям аномалій паростків, а саме – некрозу зародкового кореня, довів, що насіннєве потомство рослин, які отримують довготривале опромінення з потужністю дози – 15 мкГр/год, є більш радіостійким у порівнянні з насіннєвим потомством рослин, що зростають при природному радіаційному фоні та довготривалому опроміненні з потужністю 1,5 мкГр/год.

Зроблено припущення щодо певної радіоадаптації рослин очерету звичайного, популяція якого майже 30 років зазнає хронічного низькоінтенсивного опромінення у водоймах ЧЗВ у градієнті ППД від 5 до 22 мкГр/год.

1. Карпинская Л. И. Генетический контроль признака «Изгибы побегов» у редиса *Rephanus sativus* L. / Л. И. Карпинская, И. С. Бузовкина // Генетика. — 2005. — Т. 41, № 9. — С. 1251—1258.
2. Лысенко А. К. Влияние хронического облучения на генетическую структуру природных популяций *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. / Е. А. Лысенко, В. И. Абрамов, В. А. Шевченко // Генетика. — 2000. — Т. 36, № 9. — С. 1241—1250.
3. Моргунов В. В. Скрининг генетичної післядії радіонуклідних забруднень через 13 років з часу аварії на Чорнобильській АЕС / В. В. Моргунов, В. Ф. Логвиненко, Р. А. Якимчук // Доповіді Національної академії наук України. — 2001. — № 2. — С. 183—185.
4. Кальченко А. В. Генетические процессы в хронически облучаемых природных популяциях *Centaurea scabiosa* L., произрастающих на Восточно-уральском радиоактивном следе / В. А. Кальченко, А. В. Рубанович, В. А. Шевченко // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1995. — Т. 35, № 5. — С. 708—719.
5. Jin-Hong Kim, Ji Eun Kim, Min Hee Lee, Sun Woo Lee, Eun Ju Cho, Byung Yeoup Chung. 2013. Integrated analysis of diverse transcriptomic data from *Arabidopsis* reveals genetic markers that reliably and reproducibly respond to ionizing radiation. *Gene*. Volume 518, No 2: 273—279.
6. Geert Biermans, Nele Horemans, Nathalie Vanhoudt, Hildegard Vandenhove, Eline Saenen, May Van Hees, Jean Wannijn, Jaco Vangronsveld, Ann Cuypers. 2015. *Arabidopsis thaliana* seedlings show an age-dependent response on growth and DNA repair after exposure to chronic  $\gamma$ -radiation. *Environmental and Experimental Botany*. Volume 109: 122—130.
7. Stanislav A. Geras'kin, Polina Yu. Volkova. 2014. Genetic diversity in Scots pine populations along a radiation exposure gradient. *Science of the Total Environment*. Volume 496, No 15: 317—327.
8. Evseeva T., T. Majstrenko, S. Geras'kin, J. E. Brown, E. Belykha. 2009. Estimation of ionizing radiation impact on natural *Vicia cracca* populations inhabiting areas contaminated with uranium mill tailings and radium production wastes. *Science of the Total Environment*. Volume 407, N 20: 5335—5343.
9. Шевченко В. А. Цитогенетические эффекты в популяции *Crepis Tectorium*, произрастающих в брянской области, наблюдавшиеся на 7-й год после аварии на Чернобыльской АЭС / В. В. Шевченко, Л. И. Гриних // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1995. — Т. 35, № 5. — С. 720—725.

10. Scaldaferrero M. A., R. Prina, E. A. Moscone, J. Kwasniewska. 2013. *Effects of ionizing radiation on Capsicum baccatum var. pendulum (Solanaceae)*. Applied Radiation and Isotopes. Volume 79: 103—108.
11. Кальченко В. А. Цитогенетические эффекты в популяциях растений, произрастающих на Восточно-уральском радиоактивном следе / [В. А. Кальченко, В. И. Абрамов, А. В. Рубанович та ін.] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2002. — Т. 42, № 6. — С. 745—749.
12. Абрамов В. И. Генетические последствия радиоактивного загрязнения популяций *Arabidopsis thaliana*, произрастающих в 30-километровой зоне аварии на ЧАЭС / [В. И. Абрамов, С. В. Динева, А. В. Рубанович, В. А. Шевченко] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1995. — Т. 35, № 5. — С. 670—689.
13. Динева С. Б. Сравнительная радиостойчивость хронически облучаемых популяций арабидопсиса / С. Б. Динева, В. И. Абрамов, Шевченко В. А. // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1994. — Т. 34, № 2. — С. 177—181.
14. Шевченко В. А. Генетические последствия для популяций растений радиоактивного загрязнения окружающей среды в связи с Чернобыльской аварией / [В. А. Шевченко, В. И. Абрамов, В. А. Кальченко та ін.] — Радиационная биология. Радиоэкология. — 1996. — Т. 36, № 4. — С. 531—545.
15. Гродзинский Д. М. Радиационное поражение растений в зоне влияния аварии на чернобыльской АЭС / Д. М. Гродзинский, И. Н. Гудков // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2006. — Т. 46, № 2. — С. 189—199.
16. Гераськин С. А. Биологические эффекты хронического облучения в популяциях растений / [С. А. Гераськин, А. А. Удалова, Н. С. Дикарева та ін.] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2010. — Т. 50, № 4. — С. 374—382.
17. Зяблицкая Е. Я. Анализ генетических последствий загрязнения посевов озимой ржи радиоактивными выпадениями Чернобыльской АЭС / [Е. А. Зяблицкая, С. А. Гераськин, А. А. Удалова, Е. В. Спирин] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1999. — Т. 36, № 4. — С. 498—505.
18. Моргун В. В. Генетические последствия аварии на Чернобыльской АЭС на примере озимой мягкой пшеницы / В. В. Моргун, В. Ф. Логвиненко, А. И. Тютюн // Физиология и биохимия культурных растений. — 1993. — Т. 25, № 4. — С. 315—322.
19. Моргун В. В. Мутации озимой пшеницы, индуцированные радионуклидными загрязнениями в результате аварии на Чернобыльской АЭС / В. В. Моргун, В. Ф. Логвиненко, В. Н. Торяник // Физиология и биохимия культурных растений. — 1996. — Т. 28, № 5-6. — С. 291—296.
20. Аретмчук І. П. Індукування мутацій у потомствах колосів різних порядків розташування в озимій пшениці / І. П. Аретмчук, В. Ф. Логвиненко // Физиология и биохимия культурных растений. — 2004. — Т. 36, № 2. — С. 116—123.
21. Позолотина В. Н. Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты / [В. Н. Позолотина, И. В. Молчанова, Е. Н. Караваева та ін.] — Екатеринбург: «Гощинский», 2008. — 204 с.
22. Brown J., P. Strand, A. Hosseini, P. Vørretzen. 2003. *Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment* / Project within the EC 5th Framework Programme, Contract № FIGE-CT-2000-00102. Stockholm, Framework for Assessment of Environmental Impact. 395 p.
23. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. — М: Статистика, 1976. — 530 с.
24. Лакин Г. Ф. Биометрия. Учеб. пособ. для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
25. Ауслендер В. Л. Импульсные линейные ускорители электронов серии ИЛУ производства института ядерной физики им. Будкера / [В. Л. Ауслендер, В. В. Безуглов, А. А. Брызгин та ін.] — Вестник Новосибирского государственного университета. — 2006. — Т. 1, № 2. — С. 89—97.
26. Явнюк А. А. Аномалії паростків очерету звичайного у водоймах з різним рівнем радіонуклідного забруднення / А. А. Явнюк, Н. Л. Шевцова, Д. І. Гудков // Вісник Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. — 2014. — Т. 58, № 1. — С. 71—76.
27. Лукина Л. Ф. Физиология высших водных растений / Л. Ф. Лукина, Н. Н. Смирнова — К: Наук. думка, 1988. — 188 с.
28. Шевцова Н. Л. Цитогенетические нарушения у тростника обыкновенного *Phragmites australis* в водоёмах Чернобыльской зоны отчуждения / Н. Л. Шевцова, Д. И. Гудков // Гидробиологический журнал. — 2012. — Т. 48, № 6. — С. 99—113.
29. Шевцова Н. Л. Эффект «периода покоя» при прорастании семян тростника обыкновенного из водоёмов Чернобыльской зоны отчуждения / Н. Л. Шевцова, А. А. Явнюк, Д. И. Гудков // Гидробиологический журн. — 2014. — Т. 50, № 3. — С. 85—96.
30. Калам Ю. Хлорофильная мутация / Ю. Калам, Т. Орав. — Таллин: Валгус, 1974. — 60 с.

31. E. M. Abdelrazek, G. El. Damrawi, I. S. Elashmawi, A. El-Shahawy. 2010. *The influence of  $\gamma$ -irradiation on some physical properties of chlorophyll/PMMA films* Applied Surface Science. Volume 256, No 9: 2711—2718.
32. P. K. Ling, J. Y. Chia, S. Hussein, A. R. Harun. 2008. *Physiological responses of Citrus sinensis to gamma irradiation* World. Appl. Sci. J. Volume 5, No 1: 12—19.
33. A. Marwood, B. M. Greenberg, 1996. *Effect of supplementary gamma irradiation on chlorophyll synthesis and accumulation of photosystems during chloroplast development in Spirodela oligorrhiza*. Photochem. Photobiol. Volume 64, No 4: 664—670.
34. Mandar Sengupta, Anindita Chakraborty, Sarmistha Sen Raychaudhuri. 2013. *Ionizing radiation induced changes in phenotype, photosynthetic pigments and free polyamine levels in Vigna radiata (L.) Wilczek*. Applied Radiation and Isotopes. No 75: 44—49.
35. M.-W. Jo. C. Byun, K.-H. Lee, K.-S. Kim. 2002. *Chlorophyll breakdown by gamma irradiation in a model system containing linoleic acid*. J. Am. Chem. Soc. No 79: 145—150.
36. Гродзинский Д. М. Радиобиология растений: моногр./Д. М. Гродзинський; Отв. ред. И. Н. Гудков. — К: Наук. думка, 1989. — 384 с.
37. G. S. King 1949. *Direct and transmitted X-ray effects on growth of tobacco callus in vitro*. Amer J. Bot. Volume 36, No 3: 265—270.
38. Ammirato P. V., F. C. Steward. 1969. *Indirect effects of irradiation: morphogenetic effect of irradiated sucrose*. Develop. Biol. Volume 19, No 1: 87—106.

A. A. Явнюк, Н. Л. Шевцова, Д. И. Гудков

Национальный авиационный университет  
Институт гидробиологии НАН Украины

**АНОМАЛИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ТРОСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО С ВОДОЕМОВ  
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОСТРОГО  
ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ**

В работе представлены результаты экспериментальных исследований аномалий семенного потомства тростника обыкновенного с водоемов Чернобыльской зоны отчуждения после дополнительного острого облучения в дозах 25, 75 и 150 Гр. При увеличении дополнительной дозы острого облучения установлено существенное повышение аномальности жизнеспособных семян растений с водоема-охладителя ЧАЭС и оз. Вербного, где мощность дозы, полученной родительскими растениями соответственно составляет 1,5 и 0,03 мкГр/час, что в 10 и 1000 раз меньше в сравнении с мощностью дозы на семенное потомство растений оз. Глубокого (15 мкГр/час). Наблюдалась достоверная обратная корреляция жизнеспособности проростков зерновок тростника и доли аномальных проростков семян. Обнаруженные аномалии отнесли к трем группам: семена с хлорофильными аномалиями листьев, нарушениями геотропизма и аномалиями органогенеза. Наиболее многочисленной была группа аномалий органогенеза. Доля каждой группы в спектре аномалий проростков зависела от дозовой нагрузки, получаемой родительскими растениями в водоеме и от дозы дополнительного острого облучения.

*Ключевые слова: аномалии проростков семян, тростник обыкновенный, хроническое и острое ионизирующее излучение, Чернобыльская зона отчуждения*

A. A. Iavniuk, N. L. Shevtsova, D. I. Gudkov

National Aviation University, Ukraine  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine

**ANOMALIES OF GERMINATION OF THE COMMON REED SEEDS FROM WATER BODIES  
OF THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE IN CONDITIONS OF ADDITIONAL ACUTE  
IONIZING RADIATION EXPOSURE**

The paper deals with the investigation of anomalies of the common reed (*Phragmites australis*) seed progeny from the water bodies of the Chernobyl Exclusion Zone (ChEZ) after receiving additional acute ionizing radiation dose of 25, 75 and 150 Gy. The range of seedling abnormalities included three groups: chlorophyll leaf anomalies, organogenesis disturbances, geotropism disorders and root necroses. The ratio of each group in the range of seedling abnormalities depended on the dose received by the parent plant in the water body, as well as on the additional acute irradiation exposure.

High number of various seedling anomalies was detected in case of the ChEZ water bodies. The group of germs with the organogenesis disturbances was predominating, its ratio reached up to 60 and 34% in case of seedlings from the Glyboke Lake and the Cooling Pond of the Chernobyl NPP respectively, where the average dose rate, absorbed by parent plants, is about 15 and 1.5  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$ . Less number of chlorophyll abnormalities and geotropism disorders of germinated seeds was indicated – not more than 6%. The number of seedling abnormalities decreased from 30 to 3-6% in conditions of 25-, 75- and 150-Gy additional acute irradiation.

Insignificant ratios of organogenesis disturbances, geotropism disorders and chlorophyll anomalies of leafs – 20, up to 6.7 and 2% respectively, were indicated for seedlings from the water body with about 0.03  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$  background absorbed dose rate (Verbne Lake). Additional acute irradiation caused the reliable reduce of seedling abnormalities – up to 2%, as well as to vitality loss.

With the increase of additional acute irradiation dose, root necroses of seedlings from the Verbne Lake increased in up to 26%. In case of the Cooling Pond of the Chernobyl NPP, investigated index increased in up to 35%, like the Verbne Lake. The minimal number of seedling root necroses was indicated in sampling from the Glyboke Lake – 16%, however after additional acute irradiation increase up to 150 Gy, their number increased in more than 4 times.

The reliable negative correlation between the vitality and majority of seedling abnormalities was detected in background sampling ( $r = -0,95 - -0,98$ ), except of insignificant chlorophyll anomalies ( $r = -0,30$ ). In normal conditions, the general tendency of vital seedling abnormalities increase took place, when the additional irradiation dose increased, as in case of background sampling.

Additional acute irradiation caused significant discrepancies of occurrence of seedling abnormalities of plants from the water body, where the parent plants receive 1.5  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$  total absorbed dose rate (the Cooling Pond of the Chernobyl NPP). Vitality did not correlated with organogenesis disturbances in this sampling ( $r = -0,05$ ). However, the most of the vital germs had chlorophyll anomalies, which affected the vitality. Conversely, the increase of the geotropism disorders, is connected with the growth of vitality of seedlings from the Cooling Pond of the Chernobyl NPP.

Vitality of seedlings of plants from the Glyboke Lake (1.5  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$  total absorbed dose rate) reliably correlated with organogenesis disturbances ( $r = 0,96$ ), it confirms that germs with similar disorders were vital. Correlation between vitality and chlorophyll anomalies of leaf and root necroses, was reliably negative ( $r = -0,73$  and  $-0,77$  respectively). Geotropism disorders in given sampling did not effect the vitality of seedlings ( $r = -0,26$ ).

Thus, additional acute irradiation of seed progeny of the common reed *Phragmites australis*, indicated significant variability in the occurrence of various types of seedling anomalies depending on the absorbed dose of long-term low-intensity ionizing radiation.

Analysis of the occurrence of incompatible with life seedling anomalies –embryonic root necroses, proved that the seed progeny of plants that are exposed to long-term irradiation of absorbed dose rate of 15  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$ , is more resistant to radiation in comparison to seedlings of plants that grow in conditions of natural background radiation exposure and long-term exposure of 1.5  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$ .

It is made up an assumption about radioadaptation of the plants of the common reed *Phragmites australis*, populations of which are exposed to 30-years long-term low-intensity irradiation in water bodies of ChEZ in the gradient of the total absorbed dose rate of 5-22  $\mu\text{Gy hour}^{-1}$ .

*Keywords: seedling anomalies, common reed, long-term and acute ionizing radiation, the Chernobyl Exclusion Zone*

Рекомендує до друку

Надійшла 28.10.2015

В. В. Грубінко

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 574.4:633.2.033

О. Я. БУЖДИГАН, О. В. БАГЛЕЙ, С. С. РУДЕНКО, Н. М. МАРКІВ

Інститут біології, хімії та біоресурсів, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012

## **ВПЛИВ *AMBROSIA ARTEMISIFOLIA* L. НА РОЗВИТОК РОСЛИН АГРАРНИХ ТА ЛУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗІВ**

Вид *Ambrosia artemisifolia* L. інтенсивно колонізує нові фітоценози, обезводнюючи ґрунт та виносячи з нього значну кількість фосфору та азоту. Все більше поширення даного виду в умовах антропогенної зміни клімату спричинило значну зацікавленість амброзією полинолистою з боку громадськості, науки та медицини. Незважаючи на значні кошти, що витрачаються органами місцевих влад України на боротьбу з амброзією, можна зробити висновок що програми контролю даного виду залишаються неефективними і потребують нового підходу, який повинен інтегрувати як наукові знання щодо екологічних особливостей виду *Ambrosia artemisifolia* L., так і практичний досвід щодо виявлення, мінімізації та ліквідації даного карантинного виду. Крім того, амброзія володіє алелопатичними речовинами, що інгібують ріст та розвиток багатьох рослин. Алелопатичний вплив амброзії щодо інших видів залишається недостатньо вивченим, що ускладнює наше розуміння про фітоценотичну сумісність цього карантинного виду з іншими культурними та дикорослими видами. Робота присвячена оцінці алелопатичного впливу карантинного виду *Ambrosia artemisifolia* L. на ріст та розвиток п'яти видів широко використовуваних у сільському господарстві в Україні культурних багаторічних трав та двох видів дикорослих лучних різнотравних рослин. Встановлено достовірно нижчий відсоток проростання насіння за дії водорозчинних алелопатичних речовин амброзії полинолистої таких видів як: *Helianthus annuus* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L., *Prunella vulgaris* L., та *Plantago major* L.; та достовірно вищий відсоток проростання насіння виду *Hordeum vulgare* L. Показники маси проростків виявилися менш чутливим до впливу водорозчинних алелопатичних речовин амброзії в порівнянні з показниками довжини проростків. Побудовано ряди спадання фітоценотичної сумісності досліджуваних культурних багаторічних трав та дикорослих лучних різнотравних рослин до алелопатичної активності амброзії полинолистої:

- за показниками відсотку проростання насіння:

*Hordeum vulgare* > *Triticum aestivum* > *Helianthus annuus* > *Plantago major* = *Medicago sativa* = *Trifolium pratense* > *Prunella vulgaris*

- за показниками довжини проростків:

*Triticum aestivum* > *Hordeum vulgare* > *Helianthus annuus* > *Trifolium pratense* > *Medicago sativa* = *Prunella vulgaris* > *Plantago major*

- за показниками маси проростків:

*Helianthus annuus* > *Hordeum vulgare* > *Triticum aestivum* > *Trifolium pratense* > *Medicago sativa* = *Prunella vulgaris* > *Plantago major*

*Ключові слова:* амброзія полинолиста, алелопатія, карантинний вид, культурні рослини, дикорослі рослини, морфометричні параметри

**Вступ.** Протягом останньої декади зацікавленість амброзією полинолистою невпинно зростає з боку громадськості, науки та медицини [5-6, 17]. Причинами цього є все більше поширення даного виду в умовах антропогенної зміни клімату, оскільки амброзія позитивно реагує на підвищені температури та зростання концентрації CO<sub>2</sub> в повітрі збільшенням продукції насіння а також пилку, що має сильну алергенну дію [1-4, 7-8]. Крім того, амброзія володіє алелопатичними речовинами, що інгібують ріст та розвиток багатьох рослин [14-15]. Даний вид інтенсивно колонізує нові фітоценози, обезводнюючи ґрунт та виносячи з нього значну кількість фосфору та азоту [11]. На території України амброзія вперше з'явилася в 1914 р. в Дніпропетровській обл. (с. Кудашівка) та поширилась суцільним ареалом на сході України станом на 1972 р. [9, 16, 18].

Незважаючи на значні кошти, що витрачаються органами місцевих влад на боротьбу з амброзією, можна зробити висновок що програми контролю даного виду залишаються неефективними і потребують нового підходу, який повинен інтегрувати як наукові знання щодо екологічних особливостей виду *Ambrosia artemisifolia* L., так і практичний досвід щодо виявлення, мінімізації та ліквідації даного карантинного виду [13]. Лише такий міждисциплінарний підхід здатний ізолювати небезпеку амброзії для здоров'я населення, втрат сільського господарства та природнього біорізноманіття екосистем.

Виходячи з актуальності та зростаючого економічного значення проблеми контролю амброзії як в Україні зокрема, так і у світі в цілому, **метою** роботи була оцінка алелопатичного впливу карантинного виду *Ambrosia artemisifolia* L. на ріст та розвиток культурних та дикорослих рослин.

Об'єктами досліджень являються п'ять видів широко використовуваних у сільському господарстві в Україні багаторічних трав: пшениця м'яка або звичайна (*Triticum aestivum* Linn.), соняшник звичайний (*Helianthus annuus* L.), ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare* L.), люцерна посівна (*Medicago sativa* L.) конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.), та два види дикорослих лучних різнотравних рослин: суховершки звичайні (*Prunella vulgaris* L.) та подорожник великий (*Plantago major* L.).

### Матеріал і методи досліджень

Для виявлення впливу алелопатичної активності *Ambrosia artemisifolia* готували водну витяжку рослини, якою обробляли насіння при пророщуванні досліджуваних культурних та дикорослих рослин. Виділення водорозчинних алелопатичних речовин амброзії полинолистої здійснювали методом водної - екстракції з подрібненого рослинного матеріалу на водяній бані. Здійснивши аналіз літературних джерел щодо використовуваних концентрацій водної витяжки амброзії нами була запропонована концентрація 3 г рослинного матеріалу на 0.25 л води [12]. У контрольних зразках досліджувані види поливали дистильованою водою. Ґрунтові та кліматичні умови витримували однаковими для усіх закладених нами контрольних та дослідних зразків з тривалістю експерименту двадцять два дні [12]. Повторюваність дослідів 3-х кратна.

Вплив водорозчинних алелопатичних речовин амброзії полинолистої на досліджувані види культурних та дикорослих рослин оцінювали за морфометричними показниками їх проростків під впливом амброзії (дослідні зразки), та за відсутності впливу (контрольні зразки).

### Результати досліджень та їх обговорення

Результати щодо проростання насіння досліджуваних видів рослин за впливу алелопатично-активних речовин *Ambrosia artemisifolia* L. (рис. 1) показали вищий відсоток проростання більшості рослин у контрольних зразках ніж у випадку їх поливу водною витяжкою з амброзії.

Однак у двох варіантах, а саме *Triticum aestivum* та *Hordeum vulgare* видів спостерігали достовірну відмінність результатів. у випадку варіанту з пшеницею різниця між дослідними та контрольними зразками виявилася статистично недостовірною. Крім того, ріст проростків *Triticum aestivum* у дослідних зразках спостерігали лише до 17 дня експерименту, після чого рослини масово гинули, в той час як у контрольних зразках показник приросту залишався стабільним до кінця експерименту.

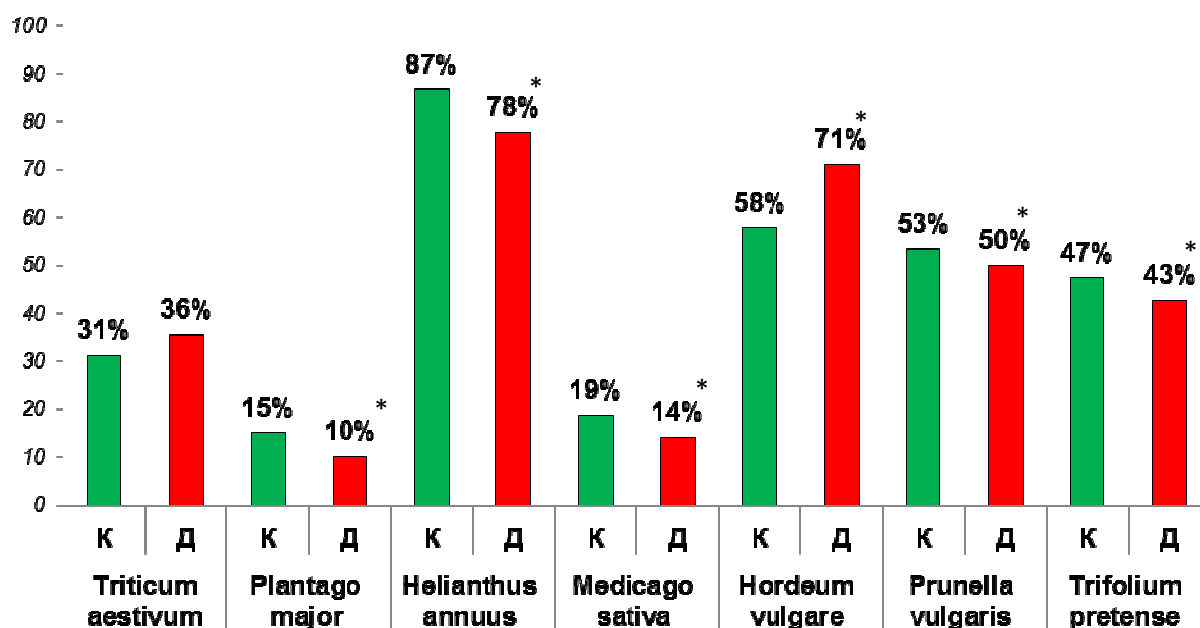


Рис. 1. Відсоток проростання досліджуваних видів рослин за впливу витяжкою *Ambrosia artemisifolia* L. (Д-дослід) та за відсутності дії (К-контроль); \* – різниця між дослідом та контролем статистично достовірна при  $P < 0,05$ .

У варіанті із насінням *H. vulgare* відзначали достовірно вищу схожість у порівнянні з іншими варіантами при обробці водною витяжкою амброзії. Виходячи з цих даних можна твердити, що серед усіх досліджуваних видів рослин *Hordeum vulgare* є найбільш стійким до водорозчинних алелопатичних речовин амброзії. В науковій літературі зустрічаються дані про те, що відсоток поширення амброзії в посівах ячменю значно менший у порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами рослин [10].

Аналіз довжини проростків досліджуваних рослин у більшості випадків показав інгібування росту за впливу амброзії (табл. 1). У варіанті з *Medicago sativa* спостерігали зменшення загальної довжини проростків у порівнянні з контролем (табл. 1). Однак показники надземної довжини проростків не виявили достовірної різниці в дослідних зразках порівняно з контрольними. Показники загальної, підземної та надземної маси проростків показали незначне зниження значень за впливу водорозчинними алелопатичними речовинами амброзії (табл. 2).

У варіанті з *Trifolium pretense* виявили незначну реакцію на вплив водорозчинними алелопатичними речовинами амброзії полинолістої за аналізованими морфометричними показниками. Так, довжина надземної частини проростків в дослідних зразках в середньому виявилася достовірно більшою в порівнянні з контролем (табл. 1), однак підземна маса коренів у досліді та контролі залишалася майже на одному рівні (табл. 2).

Показники загальної, підземної та надземної маси проростків (табл. 2) виявилися менш чутливими до впливу алелопатичних речовин амброзії в порівнянні з показниками довжини проростків (табл. 1).

Відзначали, що у варіанті з *Triticum aestivum* лише показники підземної частини виявилися достовірно відмінними у порівнянні з контрольними зразками при обробці алелопатично-активних речовин карантинного виду, а саме як показник довжини коренів, так і маси коренів достовірно менші в порівнянні з контрольними зразками (табл. 1-2).

Подібні результати спостерігали і у варіанті з *Helianthus annuus*. Полив витяжкою з амброзією інгібував ріст підземної частини рослин, що проявилось у достовірно нижчих значеннях довжини та маси (табл. 1) підземної частини проростків.

Таблиця 1

Аналіз довжини проростків досліджуваних видів культурних та дикорослих рослин за впливу витяжкою амброзії (дослідні зразки – Д), та за відсутності впливу (контрольні зразки – К). \* – різниця між дослідом та контролем статистично достовірна при  $P < 0,05$ .

Досліджувані види рослин:	Контроль / Дослід	довжина, мм		
		загальна	підземної частини	надземної частини
Досліджувані види культурних багаторічних трав:				
<i>Triticum aestivum</i> Linn.	К	42.1±4.6	18.1±1.6	24.1±3.1
	Д	38.2±2.9	14.4±1.9*	23.7±2.4
<i>Helianthus annuus</i> L.	К	16.4±1.7	8.3±0.9	8.1±1.3
	Д	16.4±1.2	7.6±1.4*	8.9±1.6
<i>Hordeum vulgare</i> L.	К	30.8±1.2	14.0±2.1	16.7±2.2
	Д	28.2±4.1	10.9±2.7	17.3±3.8*
<i>Medicago sativa</i> L.	К	5.1±0.9	1.54±0.4	3.56±0.9
	Д	3.3±0.8*	1.20±0.3	2.13±0.6*
<i>Trifolium pretense</i> L.	К	5.8±1.1	1.26±0.2	4.54±0.9
	Д	5.6±0.9	1.32±0.4	4.31±0.8*
Досліджувані види дикорослих лучних різнотравних рослин:				
<i>Prunella vulgaris</i> L.	К	2.5±0.4	1.13±0.2	1.33±0.2
	Д	3.2±0.6	1.56±0.6*	1.60±0.1
<i>Plantago major</i> L.	К	1.6±0.4	0.5±0.03	1.13±0.7
	Д	0.9±0.1*	0.26±0.04*	0.6±0.09*

Таблиця 2

Аналіз маси проростків досліджуваних видів культурних та дикорослих рослин за впливу витяжкою амброзії (дослідні зразки – Д), та за відсутності впливу (контрольні зразки – К). \* – різниця між дослідом та контролем статистично достовірна при  $P < 0,05$ .

Досліджувані види рослин:	Контроль / Дослід	маса, г		
		загальна	підземної частини	надземної частини
Досліджувані види культурних багаторічних трав:				
<i>Triticum aestivum</i> Linn.	К	0.19±0.06	0.08±0.009	0.12±0.03
	Д	0.19±0.07	0.05±0.007*	0.14±0.06
<i>Helianthus annuus</i> L.	К	0.37±0.08	0.06±0.08	0.31±0.04
	Д	0.42±0.08	0.05±0.006*	0.37±0.09
<i>Hordeum vulgare</i> L.	К	0.18±0.04	0.08±0.009	0.1±0.02
	Д	0.2±0.06	0.07±0.006	0.13±0.04*
<i>Medicago sativa</i> L.	К	0.016±0.004	0.001±0.0005	0.015±0.004
	Д	0.013±0.003*	0.001±0.0004*	0.012±0.003*
<i>Trifolium pretense</i> L.	К	0.023±0.006	0.002±0.001	0.021±0.005
	Д	0.023±0.005	0.0018±0.001*	0.021±0.005
Досліджувані види дикорослих лучних різнотравних рослин:				
<i>Prunella vulgaris</i> L.	К	0.006±0.001	0.001±0.0004	0.005±0.001
	Д	0.006±0.001	0.001±0.0008	0.005±0.001
<i>Plantago major</i> L.	К	0.003±0.08	0.001±0.0004	0.002±0.0009
	Д	0.003±0.0009	0.001±0.0007	0.002±0.0001



Незважаючи на достовірно вищі показники відсотку проросту *Hordeum vulgare* при дії алелопатично активних речовин амброзії, показники довжини та маси проростків виявилися достовірно вищими у дослідних зразках лише у випадку надземної частини проростків (табл. 1-2).

Дослідження прямого впливу амброзії на польові рослини проводили з використанням таких поширених в наших умовах видів, як суховершки звичайні (*Prunella vulgaris*) та подорожник великий (*Plantago major*). *P. vulgaris* виявилася стійким до алелопатичних речовин амброзії полинолістої. Довжина коренів проростків за поливу водною витяжкою амброзії виявилася достовірно вищою в порівнянні із зразками, политими дистильованою водою (табл. 1). Показники як підземної, так і надземної маси проростків залишалися на рівні з контролем (табл. 2).

Експеримент із *P. major* показав дещо інші результати: в той час як показники маси проростків залишалися на одному рівні із контрольними значеннями (табл. 2), підземна, та надземна довжина проростків були достовірно нижчі за дії водної витяжки амброзії у порівнянні з контрольними значеннями.

### Висновки

1. Встановлено достовірно нижчий відсоток проростання насіння за дії водорозчинних алелопатичних речовин амброзії полинолістої таких видів рослин, як: *Helianthus annuus* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pretense* L., *Prunella vulgaris* L., та *Plantago major* L.; та достовірно вищий відсоток проростання насіння виду *Hordeum vulgare* L.

2. Показники маси проростків виявилися менш чутливим до впливу водорозчинних алелопатичних речовин амброзії в порівнянні з показниками довжини проростків.

3. Серед досліджуваних культур можна побудувати ряд спадання їх фітоценотичної сумісності до алелопатичної активності амброзії полинолістої:

за показниками відсотку проростання насіння:

*Hordeum vulgare* > *Triticum aestivum* > *Helianthus annuus* > *Plantago major* = *Medicago sativa* = *Trifolium pretense* > *Prunella vulgaris*

за показниками довжини проростків:

*Triticum aestivum* > *Hordeum vulgare* > *Helianthus annuus* > *Trifolium pretense* > *Medicago sativa* = *Prunella vulgaris* > *Plantago major*

за показниками маси проростків:

*Helianthus annuus* > *Hordeum vulgare* > *Triticum aestivum* > *Trifolium pretense* > *Medicago sativa* = *Prunella vulgaris* > *Plantago major*

1. Basset I. J. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. Psilostachya* / I. J. Basset, C. W. Crompton // The biology of canadian weeds 11. — 1975. — № 55. P. 463—476.
2. Behrend H. Gesundheitliche Bewertung der Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in Baden-Württemberg: Risikooder Überschätzung? / H. Behrend, T. Gabrio, B. Alberternst et al. // Umweltmed Forsch Prax. — 2010. — Vol. 15, No 1. — P. 34—41.
3. Beres I. Neuere Untersuchungen zur Biologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. / I. Beres // Mededelingen Faculteit Landbouwkundigen Toegepaste Biologische Wetenschappen. — 1994. — № 59. — P. 1295—1297.
4. Bertran P. L'ambrosie à feuille d'armoise, envahissante et allergisante / P. Bertran, E. Maupas // Phytoma. — 1996. — № 484. — P. 25—26.
5. Bohren C. *Ambrosia artemisiifolia* L. – Control measures and their effects on its capacity of reproduction / C. Bohren, G. Mermillod, N. Delabays // Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI. — 2008. — № 1. — P. 311—316.
6. Delebays N. L'ambrosie a feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Une espece a surveiller en Suisse. Revue Suisse Agric / Delebays N., C. Lambelet, D. Jeanmonod // Revue suisse Agric. — 2002. — № 34. — P. 2—3.
7. Rogers C.A. Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production / C. A. Rogers, P. M. Wayne, E. A. Macklin et al. // Environmental Health Perspectives. — 2006. — Vol. 114. — P. 865—869.
8. Singer B. D. Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentration / B. D. Singer, L. H. Ziska, D. A. Frenz et al. // Functional Plant Biology. — 2005. — Vol. 32. — P. 667—670.
9. Артемчук І.В. До питання про поширення *Ambrosia* L. в Українській РСР / І.В. Артемчук, Р.А. Березовська // Журн. ін-ту ботан. АН УРСР, К. — 1939. — № 20. — С. 193—194.

10. Богословская М.С. Мониторинг агроценозов и особенности распространения амброзии полыннолистной / М.С. Богословская // Корми і кормовиробництво. — 2009. — Вип. 65. — С. 47—51.
11. Богословська М.С. Особливості конкурентних взаємовідносин багаторічних злакових трав з рослинами амброзії полинолістої / М.С. Богословська // Агроекологічний журнал. — 2011. — № 3. — С. 90—94.
12. *Екологія* в дослідях. Методичні рекомендації для наукової роботи в навчальних закладах різного типу: У 2-х ч. Частина-2. / О.Я. Буждиган, С.С. Руденко, О.Д. Зароченцева, С.С. Костишин. — Чернівці: Місто, 2015. — 128 с.
13. Закон України "Про карантин рослин". — Київ. — 2006.
14. Мар'юшкіна В.Я. Амброзія полиноліста: методи обстеження і контролю / В.Я. Мар'юшкіна // Укрголовдержкарантин. — 2006. — 55 с.
15. Мар'юшкіна В.Я. Моніторинг амброзії полинолістої: екологічні аспекти / В.Я. Мар'юшкіна, І.М. Подберезна // Карантин і захист рослин. — 2009. — № 10. — С. 18—25.
16. Протопопова В.В. Амброзія // Українська сільськогосподарська енциклопедія / Відпов. ред. В.Ф. Пересипкін. — К.: УРЕ, 1970. — Т. 1. — С. 59.
17. Протопопова В.В. Вдосконалення фіто карантинного контролю з позицій фітозабруднення довкілля / В.В. Протопопова, М.В. Шевера // Промышл. ботан. — 2004. — Вип. 1. — С. 79—85.
18. Симонова В. Є. Огляд поширення карантинних організмів в Україні на 1 січня 2011 р. / за ред. В. Є. Симонова. — К.: Укрголовдержкарантин, 2011. — 100 с.

О. Я. Буждиган, О. В. Баглей, С. С. Руденко, Н. М. Марків

Институт биологии, химии и биоресурсов, Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича

#### ВЛИЯНИЕ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ АГРАРНЫХ И ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Аллопатическое влияние *Ambrosia artemisiifolia* L. на колонизированные фитоценозы остается недостаточно изученным, что затрудняет понимание фитоценотической совместимости этого карантинного вида с другими культурными и дикорастущими видами. Работа посвящена оценке аллопатического влияния карантинного вида *Ambrosia artemisiifolia* L. на рост и развитие пяти видов широко используемых в сельском хозяйстве в Украине культурных многолетних трав и двух видов дикорастущих луговых разнотравных растений. Установлено достоверно ниже процент прорастания семян при действии на них водорастворимых аллопатических веществ амброзии полыннолистной для таких видов растений: *Helianthus annuus* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L., *Prunella vulgaris* L., и *Plantago major* L.; и достоверно выше процент прорастания семян вида *Hordeum vulgare* L. Показатели массы проростков оказались менее чувствительным к воздействию водорастворимых аллопатических веществ амброзии по сравнению с показателями длины проростков. Построены ряды снижения фитоценотической совместимости исследуемых культурных многолетних трав и дикорастущих луговых разнотравных растений к аллопатической активности амброзии полыннолистной.

*Ключевые слова:* амброзия полыннолистная, аллопатия, карантинный вид, культурные растения, дикорастущие растения, морфометрические параметры

О. Я. Буждиган, О. В. Баглей, С. С. Руденко, Н. М. Марків

Department of Ecology and Biomonitoring, Chernivtsi National University, Ukraine

#### EFFECT OF RAGWEED ON THE DEVELOPMENT OF PLANTS OF AGRICULTURAL AND GRASSLAND PHYTOCOENOSES

Within the last decade the interest in ragweed has been increased by the public, science and medicine. Ragweed is colonizing rapidly the plant communities and it has allelopathic substances that inhibit the growth and development of many plants. Despite the significant funds spent by the local authorities of Ukraine on the elimination of ragweed on the colonized territories, the control programs of the current quarantine species are ineffective and need a new approach, which will integrate scientific results on ecological characteristics of species *Ambrosia artemisiifolia* L. as well as the practical experience of identification, minimization and elimination of the current plant. The allelopathic activity of ragweed respectively towards other species remains unclear. That makes it difficult to understand the ragweed phytocenotic compatibility with the both cultural and wild-growing plant species. Due to the relevance and

importance of the increasing economic problems regarding ragweed control in Ukraine in particular and worldwide in general, the aim of the current research was to assess the allelopathic effect of the quarantine species *Ambrosia artemisifolia* L. on the growth and development of the widely used in the Ukrainian agriculture five perennial grasses *Triticum aestivum* Linn., *Helianthus annuus* L., *Hordeum vulgare* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pretense* L. as well as on two species of wild meadow mixed grass plants *Prunella vulgaris* L. and *Plantago major* L. We used the water - extraction of the ragweed material to treat seeds of the studied agricultural and wild plants during germination. The control samples of the studied species were watered with distilled water. Significantly lower seed germination of the following species under the effect of the water-soluble allelopathic substances of ragweed has been demonstrated for the species *Helianthus annuus*, *Medicago sativa*, *Trifolium pretense*, *Prunella vulgaris*, and *Plantago major*. However, *Hordeum vulgare* has shown significantly higher seed germination under the effect of *Ambrosia artemisifolia*. Less sensitivity of seedling biomass in comparison to seedling length has been demonstrated for the study species under the effect of allelopathic substances of *Ambrosia artemisifolia*. Phytocoenotic compatibilities of the studied cultural and wild-growing plants with the ragweed allelopathic activity are as following descending orders:

due to the seed germination:

*Hordeum vulgare* > *Triticum aestivum* > *Helianthus annuus* > *Plantago major* = *Medicago sativa* = *Trifolium pretense* > *Prunella vulgaris*

due to the seed length:

*Triticum aestivum* > *Hordeum vulgare* > *Helianthus annuus* > *Trifolium pretense* > *Medicago sativa* = *Prunella vulgaris* > *Plantago major*

due to the seedling biomass :

*Helianthus annuus* > *Hordeum vulgare* > *Triticum aestivum* > *Trifolium pretense* > *Medicago sativa* = *Prunella vulgaris* > *Plantago major*

*Key words:* ragweed, *Ambrosia artemisifolia* L., allelopathy, quarantine species, cultural plants, wild-growing plants, morphometric parameters

Рекомендує до друку

Надійшла 08.02.2016

В. В. Грубінко

УДК 574.3: 579.26

О. В. ГУЛАЙ

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка  
вул. Шевченка, 1, Кіровоград, 25006

## **РЕАКЦІЯ БАКТЕРІЙ *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE* НА АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ РОСЛИН *ELODEA CANADENSIS* МІСХ.**

**Мета.** У науковій літературі міститься вкрай мало інформації щодо впливу на патогенних бактерій *E. rhusiopathiae* компонентів прісноводних біоценозів. Однією з провідних ланок в процесах самоочищення, обміні речовин, регуляції газового режиму у водних екосистемах відіграють рослини. Поставлено мету дослідити реакцію культур бактерій *E. rhusiopathiae* на алелопатичний вплив фонових видів рослин прісних водойм України. У даній роботі вперше наводяться відомості, одержані експериментальним шляхом з вивчення реакції культур *E. rhusiopathiae* на вплив прижиттєвих виділень та продуктів розкладу елодеї канадської (*Elodea canadensis*). **Методи.** Дослідження проводились в лабораторних умовах. Екземпляри *E. canadensis* відбирали з природних місць зростань (р. Інгул) в літній період (червень-липень). Зразки рослин вагою близько 15,0 г поміщали у скляні банки з об'ємом 1,5 дм<sup>3</sup> і заливали відстояною впродовж 48 годин водою з водогону. Банки з рослинами розміщували за

природних умов освітлення при температурі  $+20,0 \pm 2,0^\circ \text{C}$ . Через 7 діб відбирали проби води з прижиттєвими виділеннями рослин для біотестування.

Після завершення вегетації *E. canadensis* (жовтень) фрагменти рослин відбирали з прибережних ділянок водойм. Посмертні виділення одержували методом, що описаний вище.

Проби стерилізували під вакуумом за допомогою целюлозних фільтрів з діаметром пор  $\leq 0,2$  мкм. Для біотестування використовували культури *E. rhusiopathiae* (штам VR-2 var. IVM) які культивували на серцево-мозковому бульйоні (AES Chemunex, Франція) за температури  $+36,7 \pm 0,3^\circ \text{C}$  впродовж 48 годин.

Дослідження реакції культур *E. rhusiopathiae* за умов алелопатичного впливу *E. canadensis* проводили *in vitro*. Градієнт концентрацій виділень рослин в експерименті створювали методом серійних розведень. Після інокуляції культур бактерій вміст виділень *E. canadensis* у дослідних зразках становив 1:10, 1:100, 1:1000 та 1:10000. Контрольні зразки містили простерилізовану воду з водогону та культури бактерій. Вміст *E. rhusiopathiae* на початку експерименту у досліді та контролі був аналогічним, що досягалось однаковим об'ємом інокулятив та використанням для їх відбору однієї культури. Підготовлені зразки зберігали 48 годин при кімнатній температурі ( $+18...20^\circ \text{C}$ ), після чого визначали кількість колонійутворювальних одиниць (КУО) бактерій *E. rhusiopathiae*.

**Результати.** Реакція культур *E. rhusiopathiae* на вплив прижиттєвих виділень та продуктів розкладу рослин *E. canadensis* відрізнялась. Найбільше пригнічення культур піддослідного виду бактерій відмічено при високому вмісті у середовищі прижиттєвих виділень *E. canadensis*. Різниця вмісту бактерій у дослідних та контрольних зразках при розведенні виділень 1:10 становила 6,91; 1:100 – 4,48; 1:1000 – 1,53; 1:10000 – 1,19 разів. Величина кореляційного зв'язку ( $r$ ) між щільністю КУО *E. rhusiopathiae* та концентрацією виділень *E. canadensis* становить  $r = -0,70$ . Зменшення інтенсивності пригнічення культур *E. rhusiopathiae* у дослідних зразках пов'язана із зниженням концентрації у середовищі фільтрату прижиттєвих виділень рослин.

Щільність культур *E. rhusiopathiae* суттєво зростала при високому вмісті у середовищі продуктів деструкції піддослідного виду рослин. Кількість бактерій у досліді переважала їх вміст у контролі, при розведенні фільтратів 1:10 – 11,29; 1:100 – 8,16; 1:1000 – 5,60; 1:10000 – 2,20 рази. Встановлено прямий кореляційний зв'язок між цими показниками  $r = 0,82$ .

**Висновок.** У період вегетації *E. canadensis* здатні здійснювати алелопатичний вплив на *E. rhusiopathiae*, в результаті щільність культур бактерій знижується при зростанні вмісту речовин виділених рослинами. У теплий період року на мілководді водойм у заростях рослин *E. canadensis* в результаті виділення ними біологічно-активних речовин складаються не сприятливі умови для розвитку патогенних бактерій *E. rhusiopathiae*. Після завершення вегетаційного періоду у водоймах скупчується значна кількість рослинних залишків, які піддаються процесу деструкції за участі великої кількості різноманітних видів живих організмів. В результаті проведених досліджень з'ясувалось, що при розкладанні *E. canadensis* у середовище виділяються речовини присутність яких викликає підвищення щільності культур *E. rhusiopathiae*.

Таким чином, у прісноводних екосистемах між рослинами *E. canadensis* та *E. rhusiopathiae* формуються екологічні взаємозв'язки топічного та трофічного типів, що частково пояснює динаміку чисельності популяцій цього виду патогенних бактерій.

Перебуваючи в умовах водних екосистем *E. rhusiopathiae* вступають в екологічні зв'язки з різноманітними видами живих організмів, зокрема рослинами, які значною мірою здатні впливати на існування цього виду патогенних бактерій.

Виявлені закономірності реакції культур *E. rhusiopathiae* на алелопатичний вплив прісноводних рослин *E. canadensis* необхідно враховувати при подальшому вивченні екології цих бактерій та розробці заходів з профілактики і боротьби із захворюваністю на бешиху людей та тварин.

*Ключові слова:* алелопатія, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Elodea canadensis*, монічні та трофічні типи біоценотичних зв'язків

Водні екосистеми є місцем існування складного комплексу живих організмів, у тому числі великої кількості бактерій. Поряд із сапрофітними у цих угрупованнях зустрічаються і патогенні види прокариот, одним з яких є *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Бактерії *E. rhusiopathiae* мають вид прямих чи злегка зігнутих паличок, спор та капсул не утворюють, нерухомі, грампозитивні. Значна поширеність у природі (водоймах, ґрунтах) цих бактерій обумовлена їх високою стійкістю до впливу несприятливих факторів середовища [7]. Здатність викликати захворювання відоме під назвою бешиха (*Erysipelas*) у широкого кола диких, домашніх, сільськогосподарських тварин і людини робить вивчення особливостей існування *E. rhusiopathiae* в об'єктах зовнішнього середовища важливим для практики. Фактором передачі збудника може слугувати вода, звідки бактерії *E. rhusiopathiae* проникають до організму людей і тварин через мікротравми покривів чи слизові оболонки шлунково-кишкового тракту [7, 9]. Перебуваючи в умовах водних екосистем *E. rhusiopathiae* вступають в екологічні зв'язки з різноманітними видами живих організмів, які значною мірою здатні впливати на існування цього виду патогенних бактерій.

У науковій літературі міститься вкрай мало інформації щодо впливу на *E. rhusiopathiae* компонентів прісноводних біоценозів [6]. Однією з провідних ланок в процесах самоочищення, обміні речовин, регуляції газового режиму у водних екосистемах відіграють рослини [3, 4]. Структура угруповань організмів, що мешкають у заростях рослин, значною мірою залежить від прижиттєвих та посмертних виділень компонентів фітоценозів [1, 5]. Результати окремих досліджень проведених у цьому напрямку, що опубліковані на даний час, доводять існування виразного впливу з боку вищих рослин на *E. rhusiopathiae* [2, 8, 10, 11]. Нами поставлено мету вивчити реакцію культур бактерій *E. rhusiopathiae* на аелопатичний вплив фонових видів рослин прісних водойм України. У даній роботі вперше наводяться відомості, одержані експериментальним шляхом з вивчення реакції культур *E. rhusiopathiae* на вплив прижиттєвих виділень та продуктів розкладу елодеї канадської (*Elodea Canadensis* Michx.).

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились в лабораторних умовах. Екземпляри *E. canadensis* Michx. відбирали з природних місць зростань (р. Інгул) в літній період (червень-липень). Зразки рослин вагою близько 15,0 г поміщали у скляні банки з об'ємом 1,5 дм<sup>3</sup> і заливали відстояною впродовж 48 годин водою з водогону. Банки з рослинами розміщували за природних умов освітлення при температурі +20,0±2,0° С. Через 7 діб відбирали проби води з прижиттєвими виділеннями рослин для біотестування.

Після завершення вегетації *E. canadensis* Michx. (жовтень) фрагменти рослин відбирали з прибережних ділянок водойм. Посмертні виділення одержували методом, що описаний вище.

Одержані розчини прижиттєвих та посмертних виділень рослин містили ряд видів мікрофлори, присутність яких у дослідних зразках могла змінити реакцію *E. rhusiopathiae* на аелопатичний вплив *E. Canadensis* Michx. Для запобігання цього відібрані водні розчини виділень *E. canadensis* Michx. стерилізували методом фільтрації під вакуумом через целюлозні фільтри з діаметром пор ≤ 0,2 мкм, що не допускало руйнування чи трансформації біологічно-активних речовин.

Відібрані з природи зразки також могли містити і бактеріофагів, присутність яких була небажаною. Для виявлення бактеріофагів проводили попереднє тестування: з рослин *E. canadensis* взятих для одержання виділень робили змиви стерильною водою. Частину одержаного об'єму змивів стерилізували в автоклаві, іншу – пропускали через фільтри з діаметром пор ≤ 0,2 мкм, які затримували бактерій, однак не могли затримати бактеріофагів. Після цього змиви додавали до культур *E. rhusiopathiae*. Проби, що містили змиви після автоклавування – контроль, проби із змивами після фільтрації – дослід. Через 12, 24 та 48 годин порівнювали вміст бактерій у досліді та контролі. Присутність бактеріофагів у дослідних пробах була помітна за наявністю лізису клітин і значно нижчому вмісту бактерій у порівнянні з контролем. У випадку виявлення описаного ефекту зразки рослин від яких були одержані відповідні змиви у подальших дослідженнях не використовували.

Для проведення дослідів використовували чисті культури *E. rhusiopathiae* VR-2 var. IVM (одержані з колекції Інституту ветеринарної медицини НААН України, м. Київ), які

культивували на серцево-мозковому бульйоні (AES Chemunex, Франція) за температури  $+36,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$  впродовж 48 годин.

Дослідження реакції культур *E. rhusiopathiae* за умов аделопатичного впливу *E. canadensis* Michx. проводили *in vitro*. Градієнт концентрацій виділень рослин в експерименті створювали методом серійних розведень. Після інокуляції культур бактерій вміст виділень *E. canadensis* Michx. у дослідних зразках становив 1:10, 1:100, 1:1000 та 1:10000. Контрольні зразки містили простерилізовану воду з водогону та культури бактерій. Вміст *E. rhusiopathiae* на початку експерименту у досліді та контролі був аналогічним, що досягалось однаковим об'ємом інокулятив та використанням для їх відбору однієї культури. Підготовлені зразки зберігали 48 годин при кімнатній температурі ( $+18...20^\circ\text{C}$ ), після чого визначали кількість колонійутворювальних одиниць (КУО) бактерій *E. rhusiopathiae*. З цією метою проби об'ємом  $0,1 \text{ см}^3$  висівали на поверхню поживного агару (AES Chemunex, Франція) в чашки Петрі за послідовних розведень  $1 \times 10^{-3}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-6}$  та культивували впродовж 72 годин за температури  $+36,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$ . Колонії, що виростили, підраховували, після чого проводили розрахунок середньої кількості КУО на  $1,0 \text{ см}^3$ .

Статистичну обробку одержаних даних проводили загальноприйнятими методами.

### Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень, а також статистична обробка одержаних даних наводяться у таблицях 1 – 2.

Вміст бактерій у дослідних зразках з прижиттєвими виділеннями *E. canadensis* Michx. був нижчий, ніж у контролі, що вказує на пригнічуючий вплив піддослідного виду рослин на культури *E. rhusiopathiae*. Так, різниця у кількості КУО у дослідних та контрольних зразка складала: при розведенні виділень 1:10 – 6,91; 1:100 – 4,48; 1:1000 – 1,53; 1:10000 – 1,19 разів.

Зменшення інтенсивності пригнічення культур *E. rhusiopathiae* у дослідних зразках пов'язана із зниженням концентрації у середовищі фільтрату прижиттєвих виділень рослин. Статистична обробка даних з використанням коефіцієнта кореляції ( $r$ ) вказує на сильний (високий) зворотній зв'язок між вмістом бактерій та концентрацією прижиттєвих виділень рослин у зразках  $r = -0,70$ . Це доводить, що пригнічення культур *E. rhusiopathiae*, яке спостерігалось у дослідних зразках обумовлено саме впливом біологічно – активних речовин, виділених *E. canadensis* Michx. в процесі вегетації.

Таблиця 1

Вміст *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за умов впливу прижиттєвих виділень *E. canadensis* Michx. ( $\times 10^6$  КУО /  $\text{см}^3$ )

№ Дослід	Дослід (розведення виділень)				Контроль
	1:10	1:100	1:1000	1:10 000	
1	0,46	0,71	2,02	2,74	3,30
2	0,51	0,78	2,14	2,77	3,04
3	0,43	0,67	2,05	2,61	3,29
4	0,49	0,72	2,18	2,66	3,22
5	0,44	0,75	2,11	2,79	3,17
6	0,47	0,69	2,15	2,66	3,34
<b>M*</b>	<b>0,47</b>	<b>0,72</b>	<b>2,11</b>	<b>2,71</b>	<b>3,23</b>
$\sigma$	0,03	0,04	0,06	0,07	0,11
m	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05
Для розведення 1:10		t = 54,18	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001
Для розведення 1:100		t = 47,95	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001
Для розведення 1:1000		t = 19,84	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001
Для розведення 1:10 000		t = 8,89	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001

\*Примітка (тут і далі): M – середнє арифметичне;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення; m – середня похибка; t – коефіцієнт Ст'юдента;  $t_{кр}$  – критичне значення показника t; P – рівень ймовірності.

В іншій серії експериментів з вивчення впливу на *E. rhusiopathiae* продуктів деструкції біомаси *E. canadensis* Michx. спостерігався більший вміст КОУ бактерій у дослідних зразках, ніж у контролі. Виявлена різниця вказує на те, що присутність у середовищі продуктів розкладу рослинної маси *E. canadensis* Michx. викликає стимуляцію у популяціях *E. rhusiopathiae*.

У групах дослідних зразків найбільша різниця вмісту бактерій із контролем спостерігалась при малих розведеннях посмертних виділень *E. canadensis* Michx.: при 1:10 – 11,29; 1:100 – 8,16; 1:1000 – 5,60; 1:10000 – 2,20 рази. Із зниженням концентрації фільтратів у середовищі величина розбіжності вмісту КОУ *E. rhusiopathiae* між дослідом та контролем зменшувалась ( $r = 0,82$ ).

Таблиця 2

Вміст *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за умов впливу посмертних виділень *E. canadensis* Michx. ( $\times 10^6$  КУО /  $\text{cm}^3$ )

№ Дослід	Дослід (розведення виділень)				Контроль
	<b>1:10</b>	<b>1:100</b>	<b>1:1000</b>	<b>1:10 000</b>	
1	20,60	14,40	10,30	4,05	1,80
2	19,30	15,00	9,70	3,94	1,82
3	19,80	14,10	9,20	3,87	1,73
4	20,70	14,50	10,40	3,73	1,81
5	19,40	13,80	10,10	4,02	1,70
6	20,10	14,90	9,80	3,80	1,76
<b>М</b>	<b>19,98</b>	<b>14,45</b>	<b>9,92</b>	<b>3,90</b>	<b>1,77</b>
$\sigma$	0,59	0,46	0,44	0,13	0,05
$m$	0,26	0,21	0,20	0,06	0,02
Для розведення 1:10		t = 68,65	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001
Для розведення 1:100		t = 61,39	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001
Для розведення 1:1000		t = 40,79	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001
Для розведення 1:10 000		t = 35,55	при $t_{кр} = 4,59$ ;		P ≤ 0,001

## Висновки

У період вегетації *E. canadensis* Michx. здатні здійснювати алелопатичний вплив на *E. rhusiopathiae*, в результаті щільність культур бактерій знижується із зростанням вмісту речовин виділених рослинами.

При деструкції залишків *E. canadensis* Michx. у середовище виділяються поживні речовини, що викликає збільшення щільності культур *E. rhusiopathiae*.

Виявлені закономірності реакції культур *E. rhusiopathiae* на алелопатичний вплив прісноводних рослин *E. canadensis* Michx. необхідно враховувати при подальшому вивченні екології цих бактерій та розробці заходів з профілактики і боротьби із захворюваністю на бешиху людей та тварин.

1. *Быкова С. Н.* Влияние некоторых макрофитов и нитчатых зеленых водорослей на сукцессию микроперифитонных сообществ / Быкова С. Н., Борисовская С. Н., Виноградов Г. А. // Поволжский экологический журнал. — 2010. — № 3. — С. 241—253.
2. *Гулай О. В.* Алелопатичний вплив рослин роду *Salix* на популяції бактерій *Erysipelothrix rhusiopathiae* / О. В. Гулай // Агроєкологічний журнал. — 2014. — № 4. С. 79—84.
3. *Мережко А. И.* Роль высших водных растений в самоочищении водоемов / А. И. Мережко // Гидробиол. журн. — 1973. — Т. 9. — № 4. — С. 118—126.
4. *Метейко Т. Я.* Метаболиты высших водных растений и их роль в биоценозах / Т. Я. Метейко // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17. — № 4. — С. 3—14.
5. *Семенченко В. П.* Роль макрофитов в изменчивости структуры сообщества зоопланктона в литоральной зоне мелководных озер / В.П. Семенченко // Сиб. экол. журн. — 2006. — № 1. — С. 89—96.

6. Литвин В. Ю. Эпидемиологические аспекты экологии бактерий / Литвин В. Ю., Гинцбург А. Л., Пушкарева В. И. — М.: Фармарус–Принт, 1998. — 255 с.
7. Bauerfeind R. Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans / [Bauerfeind R., Liebig J., Von Graevenitz A. and other]. — Washington: Washington DC, 2013. — 474 p.
8. Pirbalouti A. G. Antibacterial activity of the essential oils of myrtle leaves against *Erysipelothrix rhusiopathiae* / [Pirbalouti A. G., Mirbagheri H., Hamed B., Rahimi E.] // Asian Pac J Trop Biomed. — 2014. — № 4. — P. 505—509.
9. Weese J. S. Companion Animal Zoonoses / Weese J. S., Fulford M. — London: Wiley-Blackwell, 2011. — 332 p.
10. Zhukorskiy O. M. Changes in the Population Density of Pathogenic Microorganisms in Response to the Allelopathic Effect of *Thypha latifolia* / [Zhukorskiy O. M., Gulay O. V., Gulay V. V., Tkachuk N. P.] // Agricultural sciens and practice. — 2014. — № 1. — P. 31—36.
11. Zhukorskiy O. M. Experimental Study of the Impact of *Alisma plantago-aquatica* Secretions on Pathogenic Bacteria / Zhukorskiy O. M., Hulay O. V. // Agricultural sciens and practice. — 2014. — № 3. — P. 3—8.

A. V. Hulay

Vynnychenko State Pedagogical University, Kirovohrad, Ukraine

#### THE REACTION OF ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE BACTERIA TO THE ALLELOPATHIC IMPACT OF ELODEA CANADENSIS PLANTS

**Aim.** The scientific literature contains scarce information concerning the influence of freshwater biocenosis components on *E. rhusiopathiae* pathogenic bacteria. Plants are one of the main links in the processes of self-purification, metabolism, and regulation of gas regime in aquatic ecosystems. The objective of the current research is to investigate the reaction of *E. rhusiopathiae* bacteria cultures to the allelopathic effect of background plant species in freshwater reservoirs of Ukraine. This paper is the first to present the results of experimental studies of the reaction of *E. rhusiopathiae* cultures to the effect of lifetime secretions and decomposition products of Canadian elodea (*Elodea canadensis*). **Methods.** The research was conducted in vitro. Samples of *E. canadensis* were obtained from the sites of their in vivo growth (the Inhul River) in the summer period (June and July). The plant samples weighing about 15.0 grams were placed in 1.5 dm<sup>3</sup> glass jars and filled with water from the water supply system after 48 hours of settling. Jars with the plants were kept in natural lighting conditions at the temperature of  $+20.0 \pm 2.0^\circ \text{C}$ . Seven days later, water samples with the lifetime secretions of plants were taken for biological testing.

After the end of *E. canadensis* vegetation period (in October) fragments of the plants were extracted from riverside waters. Postmortem secretions were obtained by the method mentioned above.

The samples were sterilized under vacuum conditions using cellulose filters with a pore diameter of  $\leq 0.2$  mcm. For biotesting, *E. rhusiopathiae* culture (VR-2 strain, var. IVM) was used, cultivated within 48 hours on the brain heart infusion broth (AES Chemunex, France) at the temperature of  $+36.7 \pm 0.3^\circ \text{C}$ .

The reaction of *E. rhusiopathiae* cultures to the allelopathic effect of *E. canadensis* was studied in vitro. The concentration gradient of plant secretions during the experiment was created by the method of serial dilutions. After the inoculation of the bacteria cultures, the content of *E. canadensis* secretions in the experimental samples was 1:10, 1:100, 1:1000 and 1:10000. Control samples contained sterilized water from the water supply system and the bacteria cultures. The content of *E. rhusiopathiae* at the beginning of the experiment was similar in both experimental and control samples, which was achieved due to the same amount of inoculum and by using the same culture for their selection. Prepared samples were kept for 48 hours at the room temperature ( $+18...20^\circ \text{C}$ ), and then the amount of colony forming units (CFU) of *E. rhusiopathiae* bacteria was determined.

**Results.** The reaction of *E. rhusiopathiae* cultures to the impact of lifetime secretions and decomposition products of the *E. canadensis* plants was different. The most significant oppression of the cultures of the experimental bacteria type was observed in case of the high content of *E. canadensis* lifetime secretions in the environment. The difference in the content of bacteria in the experimental and control samples was: 6.91 times in the 1:10 dilution of secretions, 4.48 times in 1:100 dilutions, 1.53 times in 1:1,000 dilutions, and 1.19 times in 1:10000 dilutions. The rate of correlation ( $r$ ) between the CFU density of *E. rhusiopathiae* and the concentration of *E. canadensis* secretions was  $r = -0.70$ . Reduction in the intensity of *E. rhusiopathiae* cultures oppression in the experimental samples is connected with the decreasing concentration of the filtrate of lifetime plants secretions in the environment.

The density of *E. rhusiopathiae* cultures was significantly increased in case of the high content of destruction products of the experimental plant type in the environment. The amount of bacteria in the



experimental samples exceeded their content in the control samples: by 11.29 times in 1:10 dilutions of filtrates; by 8.16 times in 1:100 dilutions; 5.60 times in 1:1,000 dilutions; 2.20 times in 1:10000 dilutions. A direct correlation between these indicators was established as  $r = 0.82$ .

**Conclusion.** During the vegetation period, *E. canadensis* are capable of producing an allelopathic effect on *E. rhusiopathiae* bacteria, resulting in the decreasing density of bacteria cultures in case of the increasing content of the substances secreted by the plants. During the warm season, the shallow-water thickets of *E. canadensis* plants create unfavorable conditions for the development of *E. rhusiopathiae* pathogenic bacteria due to the secretion of biologically active substances. After the vegetation period, a significant amount of plant residues is accumulated in water reservoirs; they undergo the process of decomposition, involving a large number of different kinds of living organisms. The research has led to the conclusion that the process of *E. canadensis* remnants decomposition triggers the production of substances in the environment that cause an increase in density of *E. rhusiopathiae* cultures.

Thus, freshwater ecosystems demonstrate topical and trophic types of ecological relations between *E. canadensis* plants and *E. Rhusiopathiae* and this fact partly explains the dynamics of the populations of this pathogenic bacteria species.

While being in aquatic ecosystems, *E. rhusiopathiae* come into ecological relations with different types of living organisms, including plants that are able to influence significantly the existence of this type of pathogenic bacteria.

The identified tendencies in the reaction of *E. rhusiopathiae* cultures to the allelopathic impact of freshwater *E. canadensis* plants should be taken into account during further research into the ecology of these bacteria and for the development of measures to prevent and combat the incidence of erysipelas in humans and animals.

*Keywords:* allelopathia, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Elodea canadensis*, topical and trophic types of biocenotic relations

Рекомендує до друку

Надійшла 19.10.2015

В. В. Грубінко

УДК 595.14(477,84)

В. В. ІВАНЦІВ, Л. В. БУСЛЕНКО, П. С. СИДОРЧУК

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки  
пр-т. Волі, 13, Луцьк, 43025

## **ДОЩОВІ ЧЕРВ'ЯКИ (*OLIGOSCHAETA*, *LUMBRICIDAE*) ГІДРОМОРФНИХ ҐРУНТІВ КРЕМЕНЕЦЬКИХ ГІР І ВОРОНЯКІВ**

У гідроморфних ґрунтах формування комплексів люмбрицид залежить від екологічних особливостей ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод та типу рослинності. Видовий склад дощових черв'яків гідроморфних ґрунтів представлений 11 видами, найбільше у алювіальних лучних ґрунтах. Найменша кількість видів дощових черв'яків трапляється у болотному ґрунті.

*Ключові слова:* дощові черв'яки, люмбрициди, гідроморфні ґрунти, ґрунтовий горизонт, видовий склад

Діяльність дощових черв'яків є основоположною в деструкції органічних речовин та формуванні гумусового горизонту, що сприяє родючості ґрунту, структуруванню ґрунтового профілю, оптимізації водного та повітряного режимів і актуальної кислотності [1, 2, 5, 9-11, 13, 16]. Завдяки люмбрицидам істотно змінюються фізичні, фізико-хімічні та хімічні властивості ґрунтового профілю, через що їх називають «екосистемними інженерами» [14, 15]. Попри те вони є біоіндикаторами властивостей ґрунтів [7, 10, 12].

В помірному поясі дощові черв'яки заселяють майже всі типи ґрунтів за винятком засолених, збагачених легкорозчинними солями: Са, Mg, Na хлоридами, натрій карбонатом, Na, Mg сульфатами.

У біоценозах Кременецьких гір і Вороняків є азональні гідроморфні ґрунти. Як правило, вони перезволожені. Провідна роль у формуванні всіх специфічних ознак таких ґрунтів належить відновним умовам. Тому ґрунт, в якому є навіть епізодично анаеробні умови, потрібно вважати гідроморфним.

В Україні дослідженню комплексів дощових черв'яків гідроморфних ґрунтів приділялося мало уваги. Найбільш повно вони охарактеризовані у роботі В. В. Іванціва [7], в якій у загальних рисах охарактеризовано структурно-функціональну організацію комплексів ґрунтових олігохет гідроморфних ґрунтів. Детальне вивчення гідроморфних ґрунтів регіону сприятиме встановленню генезису комплексів дощових черв'яків.

### Матеріал і методи досліджень

Збір матеріалу здійснений протягом 2013-2015 рр. в біогеоценозах горбогір'я Кременецьких гір і Вороняків. Під час збору використовували загальноприйняті ґрунтово-зоологічні методи І.І. Малевича та М.С. Гілярова [4, 8]. Прямий облік люмбрицид проводили у пробах, що дозволило встановити їх чисельність як в окремих ґрунтових горизонтах, так і в усьому об'ємі проби ґрунту (до глибини траплення).

### Результати досліджень та їх обговорення

До гідроморфних ґрунтів, досліджених на території горбогір'я Кременецьких гір і Вороняків, належать, алювіальні лучні, торфво-болотні та лучно-болотні ґрунти. Вони утворюються в умовах надмірного зволоження на сучасних алювіальних відкладах, під лучною і болотною рослинністю. Ареалами поширення таких ґрунтів є заплави річок і потоків (Західний Буг, Серет, Іква), днища великих балок, підніжжя схилів, де виклинюються ґрунтові води [3].

Алювіальні лучні ґрунти наявні в центральних рівнинних ділянках заправ, що відрізняються суглинковим слабо шаруватим алювієм. Формуються під лучною рослинністю в умовах періодичного повеневого режиму, що сприяє відкладання добре гумусованого дрібнозернистого мулу. Завдяки неглибокому (1-2 м) залягання ґрунтових вод вся гумусова частина профілю має капілярне живлення. Гумусовий горизонт (Н) темно-сірого забарвлення і перехідний горизонт (НРкgl) – слабозернисті. Гранулометричний склад алювіальних лучних ґрунтів близький до лучних карбонатних ґрунтів [7] (рис. 1).

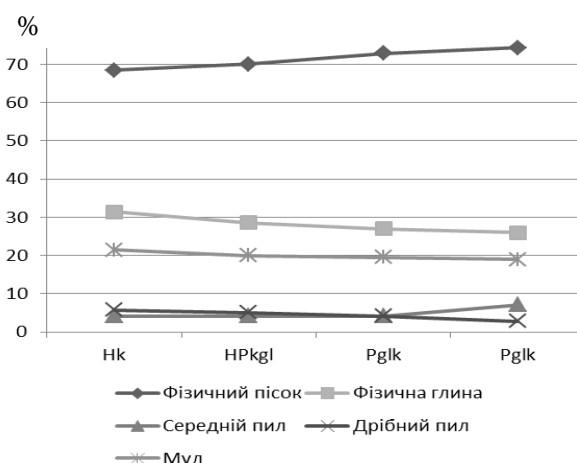


Рис. 1. Профільний розподіл фракцій гранулометричного складу алювіального лучного ґрунту, %

Трав'яні біогеоценози заплавної луки на алювіальних лучних ґрунтах сформувались у долинах річок. Вони утворилися внаслідок неглибокого врізання русла у річкову долину, легкого гранулометричного складу ґрунтів, тектонічного опускання місцевості в минулому.

На території горбогір'я Кременецьких гір і Вороняків є широкі долини з добре окресленими заплавними луками, які невисоко піднімаються над меженним рівнем річок. Вони характеризуються добре вираженим природним дренажем. Покриття заплавних лук повеневими водами є короткочасним і не перевищує одного місяця протягом року. Їх течія повільна, приносить суглинковий матеріал, який слугує формуванню лучних ґрунтів під різнотравно-злаковим травостоєм.

Заплавні луки за едафічними факторами і за складом рослинних угруповань досить різноманітні. У кожній заплаві люмбрициди розвиваються під впливом двох антагоністичних факторів: самої річки і позазаплавних материкових умов. Найбільш відчутним є вплив річок на лучні заплави в період весняної повені. Під час незначних повеней вплив річок на заплавні луки зменшується і зростає роль материкових умов. Це проявляється у зміні ґрунтоутворних процесів. Одночасно відбуваються сукцесії рослинного покриву та фауністичного складу ґрунтових сапрофагів.

Луки, які сформувались на заплавах завдяки щорічному надходженню алювіальних фракцій, мають рослинний покрив з крупно- і дрібнозлакових угруповань і добрий природний дренаж. Такі луки отримали назву справжніх лук. Рослинний покрив їх у флористичному відношенні є небагатим. Домінуючими серед рослин є *Poa pratensis* L., *Agrostis capillaris* L., *Anthoxanthum odoratum* L., рідше *Festuca pratensis* Huds.

Відзначимо, що серед усіх біогеоценозів району дослідження заплавні луки на алювіальних лучних ґрунтах характеризуються найбільш сприятливими умовами для життєдіяльності і поширення люмбрицид. Можна вважати, що гідротермічний, газовий режими, гранулометричний склад ґрунтів, актуальна кислотність, окисно-відновний потенціал наближаються до оптимальних величин. Комплекс дощових черв'яків (*Lumbricidae*) представлений: *Aporrectodea caliginosa* (Savigni, 1826), *A. rosea* (Savigni, 1826); *Dendrobaena octaedra* (Savigni, 1826); *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758), *L. castaneus* (Savigny, 1826), *L. rubellus* (Hoffmeister, 1843); *Octolasion lacteum* (Oerley, 1855); *Eisenia fetida* (Savigni, 1826); *Allolobophora chlorotica* (Savigni, 1826); *Dendrodrilus tenius* (Eisen, 1874); *Eiseniella tetraedra intermedia* (Černosvitov, 1934) (рис. 2).

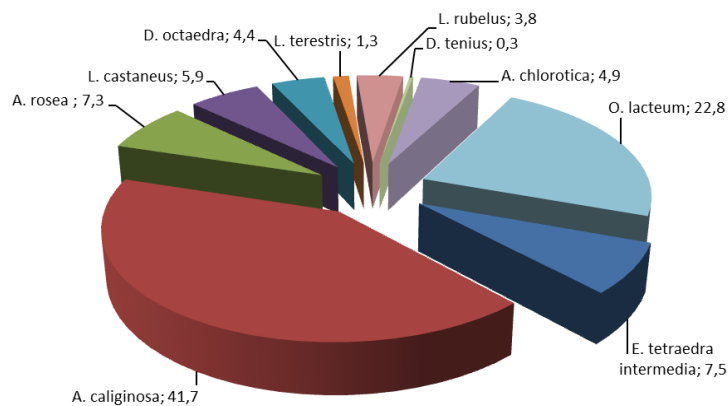


Рис. 2. Видова структура комплексу люмбрицид алювіального лучного ґрунту, %

Згідно з класифікацією Т. С. Перель [10] на морфо-екологічні групи *Lumbricidae* пов'язані з їх вертикальним розподілом в ґрунті до підстилкової групи, в цьому біогеоценозі, належить 4 види: *D. octaedra*, *L. castaneus*, *D. tenius*, *E. tetraedra intermedia*. ґрунтово-підстилковий – *L. rubellus*, група нірників налічує 5 видів: *A. chlorotica*, *A. rosea*, *A. caliginosa*, *L. terrestris*, *O. lacteum*.

Лучно-болотні ґрунти на території Кременецьких гір і Вороняків охоплюють невеликі площі. ґрунтовий профіль за гранулометричним складом близький до лучного ґрунту, добре гумусований. Гумусовий горизонт містить велику кількість не розкладених рослинних решток,

перехідний – вологий, в'язкий, сизуватий з іржавими і вохристими плямами. Основу гранулометричного складу становить фракція пилу, вміст якої зменшується у напрямку до материнської породи.

Вміст фракції фізичного піску щедро зменшується у перехідному горизонті (Hpgl) і різко зростає у напрямку до материнської породи. Проте, у ґрунтового профілі відбувається зменшення величини вмісту фізичної глини від гумусного (Н) горизонту до материнської породи (рис. 3). Ґрунти добре зволожені, недостатньо аеровані і слабо прогриваються [7]. У флористичному відношенні цим біоценозам характерне поширення різних видів верби: *Salix alba* L., *S. amygdalina* L., *S. viminalis* L. Основний фон трав'яного покриву утворюють: *Scutellaria galericulata* L., *Sonchus arvensis* L., *Convolvulus sepium* R. Br., *Galium rubioides* L., *Lucopus exaltatus* L.

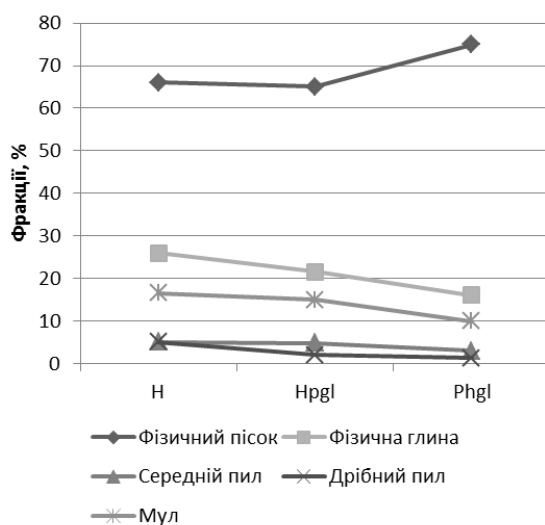


Рис. 3. Профільний розподіл фракцій гранулометричного складу лучно-болотного ґрунту, %

Відсутність структурованого гумусового і перехідного горизонтів, надмірне зволоження, майже відсутня аерація ґрунту не сприяють поширенню люмбрицид. Нами були виявлені *D. octaedra*, *O. lacteum*, *L. terrestris*, *L. castaneus*, *A. caliginosa*, *A. rosea*. (рис. 4).

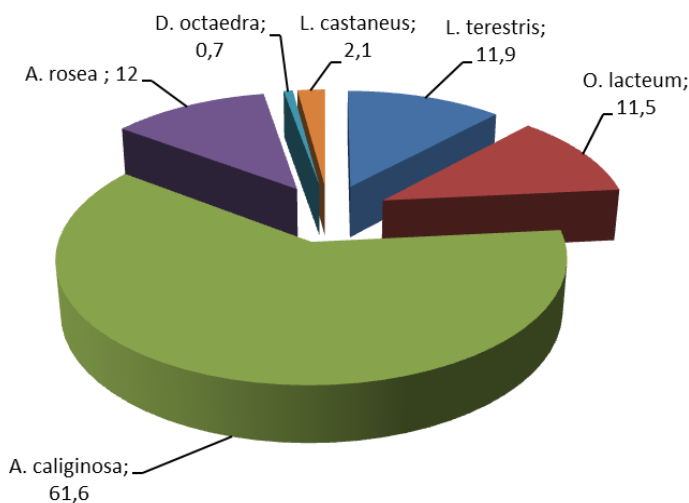


Рис. 4. Видова структура комплексу люмбрицид лучно-болотного ґрунту, %

У видовому комплексі лямбрицид лучно-болотного ґрунту підстилова морфо-екологічна група налічує 2 види: *D. octaedra*, *L. castaneus*, та нірnikова морфо-екологічна група 4 види: *O. lacteum*, *L. terrestris*, *A. caliginosa*, *A. rosea*.

Торфово-болотні ґрунти характеризуються відсутністю суцільного горизонту торфу на поверхні. Верхній гумусовий горизонт (Нт) чорний з великою кількістю напіврозкладених решток. Нижче розміщується слабовиражений перехідний горизонт (Phgl) товщиною до 15 см супіщаного або легкосуглинкового гранулометричного складу. Ще нижче залягає дуже оглеєна ґрунтоутворювальна порода (Pgl) піщаного, супіщаного або легкосуглинкового гранулометричного складу.

На торфово-болотних ґрунтах утворюються біоценози вільшняково-осокового та вільшняково-кропивного типів лісів. Такі біогеоценози поширені на території дослідження у понижених ділянках рельєфу, які є заболоченими. Найвні ділянки з водяним дзеркалом. Вільха (*Alnus glutinosa* Gaerth.) має велику зімкнутість крон з незначними "вікнами". В підліску *Alnus glutinosa* Gaerth., *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth., а також *Frangula alnus* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Ribes nigrum* L., *Rubus idaeus* L. Трав'яний покрив суцільний, високий і різноманітний: *Carex pilosa* L., *Rubus caesius* L., *Humulus lupulus* L.

Надмірне зволоження ґрунтів, незадовільний повітряний режим, значна актуальна кислотність (рН 4,5) створюють умови, при яких лямбрициди здатні жити лише на поверхні ґрунту, або у верхньому ґрунтовому горизонті (до 10 см.). Нами відзначені в біогеоценозах торфово-болотних ґрунтів такі види: *E. tetraedra intermedia*, *O. lacteum*, *L. rubellus*, *A. rosea*, *D. octaedra*, *D. tenuis* (рис. 5).

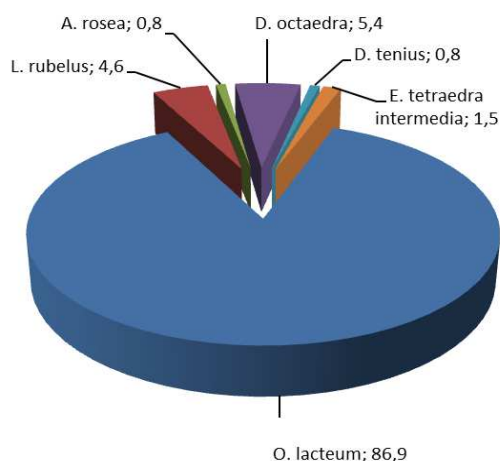


Рис. 5. Видова структура комплексу лямбрицид торфово-болотного ґрунту, %

В цьому біогеоценозі підстилова група складається з трьох видів: *E. tetraedra intermedia*, *D. octaedra*, *D. tenuis*, ґрунтово-підстиловий один вид: *L. rubellus*. Морфо-екологічна група нірників представлена двома видами: *O. lacteum*, *A. rosea*.

Варто зазначити диференційований вплив окремих екологічних факторів на лямбрициди. Високе відсоткове відношення у пробах *A. caliginosa* на лучно-болотних ґрунтах (61,7%) пояснюється тяжінням цього виду до легких за гранулометричним складом ґрунтів, оскільки, в них висока пористість. Алювіальні лучні ґрунти суглинкові слабо шаруваті тому відсоток *A. caliginosa* зменшується до 41,7%. Споріднений вид *A. trapezoides* (Duges, 1828), який раніше вважався підвидом *A. caliginosa* f. *trapezoides* нами у даних біогеоценозах не виявлений. Цей вид тяжіє до ґрунтів з меншою кількістю вологи. Такі дані підтверджують достовірність розділення двох видових форм на окремі види. *O. lacteum* – вид, який за екологічними характеристиками є калькофіл і тяжіє до вологих ґрунтів. Тому він домінує у торфово-болотних ґрунтах (86,9%), де величина актуальної кислотності сягає 4,5 і вологість є дуже високою за рахунок ґрунтових вод які залягають близько до поверхні. Згідно з припущенням [6] *L. rubellus* надає перевагу вільшняковим біотопам, тому цей вид має

найбільшу частку (4,6%) у біогеоценозі вільхового лісу з торфово-болотним ґрунтом. *E. tetraedra intermedia* підвид окремі фази розвитку якого проходять в ґрунті, затопленого водою. Такі характеристики визначають поширення виду в алювіальних лучних та торфово-болотних ґрунтах.

### Висновки

Видовий комплекс *Lumbricidae* гідроморфних ґрунтів Кременецьких гір і Вороняків формують 11 видів. Біогеоценотичні фактори середовища впливають на структуру комплексів люмбрицид. Результатом їх дії є зміна видового складу дощових черв'яків у різних біогеоценозах. Представленість морфо-екологічних груп варіює в різних біогеоценозах, що свідчить про зміну умов існування та на специфічні особливості формування фауни дощових черв'яків.

1. Бызов Б. А. Зоомикробные взаимодействия в почве / Б. А. Бызов. — М.: ГЕОС, 2005. — 213 с.
2. Высоцкий Г. Н. Дождевой червь. Полная энциклопедия русского сельского хозяйства / Г. Н. Высоцкий. — 1900. — Т. 2. — С. 12—19.
3. Гаськевич О. В. Структура ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір'я / О. В. Гаськевич, С. П. Позняк. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. — 208 с.
4. Гиляров М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауна) / М. С. Гиляров // Методы почвенно-зоологических исследований. — М.: Наука, 1975. — С. 12—29.
5. Зражевський А. І. Дождевые черви как фактор плодородия почв / А. И. Зражевський. — К.: Изд-во АН УССР, 1957. — 272 с.
6. Зражевський А. І. Поширення дощовиків у лісових ґрунтах [Текст] / А. І. Зражевський // Праці ін-ту лісівництва АН УРСР. — 1952. — Т. 3. — С. 165—179.
7. Іванців В. В. Структурно-функціональна організація комплексів ґрунтових олігохет західного регіону України / В. В. Іванців. — Луцьк: РВВ «Вежа» ВДУ ім. Лесі Українки, 2007. — 400 с.
8. Малевич И. И. Собираение и изучение дождевых червей – почвообразователей / И. И. Малевич. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. — 39 с.
9. Малевич И. И. Материалы по фауне и экологии дождевых червей Белоруссии / И. И. Малевич // Бюл. МОИП. Отд. биологии. — 1953 б. — Т. 58, Вып. 5. — С. 39—49.
10. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР / Т. С. Перель. — М.: Наука, 1979. — 272 с.
11. Соколов А. А. Значение дождевых червей в почвообразовании / А. А. Соколов. — Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1956. — 262 с.
12. Стрыганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов / Б. Р. Стрыганова. — М.: Наука, 1980. — 242 с.
13. Стрыганова Б. Р. Влияние дождевых червей на динамику почвенных процессов / Б. Р. Стрыганова // Биодинамика почв. III Всесоюз. симпозиум, 25-27 окт., г. Таллинн : сб. тезисов. — Таллинн, 1988. — С. 12.
14. Тиунов А. В. Метабиоз в почвенной системе: влияние дождевых червей на структуру и функционирование почвенной биоты: автореф. дисс. на соискание ученой степени докт. биол. наук / А. В. Тиунов. — М.: ИПЭЭ, 2007. — 44 с.
15. Тиунов А. В. Механизмы влияния дождевых червей на другие компоненты почвенной биоты / А. В. Тиунов // Чтения памяти акад. М. С. Гилярова. 3-и чтения. 22 декабря 2006, г. Москва. — М.: Т-во научн. Изданий КМК, 2008. — С. 49—86
16. *Dunger Wolfram.* Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. Ein Beitrag zur pedozoologischen Standortdiagnose / *Dunger Wolfram* // *Athandl. Ber. Naturkundemuseum Gurliti*, 1968. — S. 1—256.

*В. В. Іванців, Л. В. Бусленко, П. С. Сидорчук*

Восточноевропейский национальный университет имени Лесі Українки

### ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ (*OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE*) ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ КРЕМЕНЕЦЬКИХ ГОР И ВОРОНЯКОВ

У гидроморфных почвах формирование комплексов люмбрицид зависит от экологических особенностей почвы, глубины почвенных вод и типа растительности. Видовой состав дождевых червей гидроморфных почв представлен 11 видами, наибольшее количество – в

аллювиальных лучных почвах. В болотных почвах количество видов дождевых червей минимальное.

*Ключевые слова:* дождевые черви, лямбрициды, гидроморфные почвы, почвенный горизонт, видовой состав

V. V. Ivantciv, L. V. Buslenko, P. S. Sydorhuk

Lesya Ukrainka Eastern European National University, Ukraine

## EARTHWORMS (OLIGOCHAETA, LUMBRICIDAE) OF HYDROMORPHIC SOILS IN THE KREMENETS MOUNTAINS AND VORONIAYKY

The activity of earthworms is basic for the degradation of organic matter and humus formation horizon. This group of animals makes contribution in soil fertility, structuring of the soil profile, optimization of water and air regimes, and actual acidity. Due to *Lumbricidae* the physical, chemical and physico-chemical properties of the soil profile are substantially changed. They are considered to be indicators of soil properties.

We use the classification of T.S. Perel describing vertical distribution of earthworms in soil. This classification includes 3 morpho-ecological groups of earthworms. They are the group of litter, the group of soil and litter, the group of soil.

There are azonal soils in ecosystems of the Kremenets mountains and Voroniayky. These soils include hydromorphic soils as well. Usually the soils are waterlogged. Reducing conditions have a leading role in the formation of specific features of hydromorphic soils. Three types of hydromorphic soils are detected on the territory of the Kremenets mountains and Voroniayky. There are alluvial meadow, peat-bog and meadow-marsh soils. These soils are formed under conditions of excessive moisture on modern alluvial deposits in the places with meadow and marsh vegetation. The soils are spread in floodplains of rivers and streams (the Western Bug, the Seret, the Ikva), bottoms of large beams and foot of slopes.

Alluvial meadow soils are present in the central plains of flood plains. Meadows formed on floodplains due to annual flow of alluvial factions have vegetation with cereal groups and good natural drainage. Diversity of vegetation cover is quite poor. The dominant plants are *Poa pratensis* L., *Agrostis capillaris* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Festuca pratensis* Huds.

The complex of earthworms of floodplain meadows is presented by *Aporrectodea caliginosa* (Savigni, 1826), *A. rosea* (Savigni, 1826), *Dendrobaena octaedra* (Savigni, 1826), *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758), *L. castaneus* (Savigny, 1826), *L. rubellus* (Hoffmeister, 1843), *Octolasion lacteum* (Oerley, 1855); *Eisenia fetida* (Savigni, 1826), *Allolobophora chlorotica* (Savigni, 1826), *Dendrodrilus tenius* (Eisen, 1874), *Eiseniella tetraedra intermedia* (Černosvitov, 1934). The complex includes all three morpho-ecological groups. The group of litter is presented by 4 species: *D. octaedra* L., *castaneus*, *D. tenius*, *E. tetraedra intermedia*. The group of soil and litter includes only *L. rubellus*. The group of soil is represented by 5 species: *A. chlorotica*, *A. rosea*, *A. caliginosa*, *L. terrestris*, *O. lacteum*.

Meadow marsh soils cover small areas on the territory of the Kremenets mountains and Voroniayky. The soil profile is quite similar to meadow soil by its particle size. Different species of willows dominate on this soil: *Salix alba* L., *S. amygdalina* L., *S. viminalis* L.. Diversity of grass is presented by *Scutellaria galericulata* L., *Sonchus arvensis* L., *Canvolvutus sepium* R. Br., *Galium rubioides* L., *Lucopus exaltatus* L. This soil is characterized by the lack of structured humus and transitional horizon, excessive moisture, low aeration. These conditions are not favorable for earthworms. However, we have found *D. octaedra*, *O. lacteum*, *L. terrestris*, *L. castaneus*, *A. caliginosa*, *A. rosea*. Two of them belong to the group of litter: *D. octaedra*, *L. castaneus*. And four other species belong to the group of soil and litter: *O. lacteum*, *L. terrestris*, *A. caliginosa*, *A. rosea*. So only two groups are presented on this type of soil.

Alder and sedge or alder and nettle are "ecosystem engineers" of ecosystems which are formed on peat bog soils. Such ecosystems are distributed in the areas of research on the humble relief. Such species of trees are typical for these ecosystems: *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth, *Frangula alnus* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Ribes nigrum* L., *Rubus idaeus* L. The diversity of grass are

presented by *Carex pilosa* L., *Rubus caesius* L., *Humulus lupulus* L. Here we found following species of earthworms: *E. tetraedra intermedia*, *O. lacteum*, *L. rubellus*, *A. rosea*, *D. octaedra*, *D. tenius*.

The group of earthworms dwelling in litter consists of three species in this ecosystem: *E. tetraedra intermedia*, *D. octaedra*, *D. tenius*. The group of soil and litter is presented by one species: *L. rubellus*. And there are two species from the group of soil: *O. lacteum*, *A. rosea*.

Thus, the species complex *Lumbricidae* of hydromorphic soils is formed by 11 species in the Kremenets mountains and Voroniaky. Biotic and abiotic variables have the impact on the structure of the complexes *Lumbricidae*. The result of their actions changes the species composition of earthworms in different ecosystems. The percentage ratio between the representation of different species changes as a result of the impact of individual environmental variables.

*Keywords: earthworms, Lumbricidae, hydromorphic soils, soil horizon, the species composition*

Рекомендує до друку

Надійшла 09.12.2015

В. В. Грубінко

УДК [581.14:582.926.2]:661.162.66

В. Г. КУР'ЯТА, О. О. КРАВЕЦЬ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського  
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100

## **ДІЯ ЕСФОНУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ І МОРФОГЕНЕЗ ТОМАТІВ**

Важливою складовою системного підходу до аналізу продукційного процесу культурних рослин є концепція донорно-акцепторних відносин, де основну увагу приділяють функціональній та регуляторній взаємодії фотосинтезу і росту.

Одним з методів такої регуляції є застосування синтетичних інгібіторів росту рослин – ретардантів – препаратів з антигібереліновим механізмом дії, які забезпечують обмеження лінійного росту рослин, однак часто посилюють галузнення, за рахунок чого формується більша листовка поверхня рослини та відбуваються зміни у донорно-акцепторній системі. Внаслідок цього можливий перерозподіл потоків асимілятів між вегетативними і генеративними органами на користь останніх, при цьому не проявляючи фітотоксичності та негативної дії на репродуктивні органи рослини.

Екологічно безпечними є етиленпродуценти, які на відміну від четвертинних амонієвих сполук і триазолопохідних ретардантів не здійснюють впливу на синтез гіберелінів, але здатні інгібувати активність вже синтезованих гормонів цього класу шляхом блокування утворення гормонально-рецепторного комплексу.

Останнім часом при вирощування культури томатів широко застосовують препарат етиленпродуцент есфон (ХЕФК – 65 %), який розкладається у рослині з виділенням вільного етилену і здатний прискорювати швидкість дозрівання плодів томатів. Обробка рослин препаратами цієї групи дозволяє синхронізувати дозрівання продукції, зменшити число зборів, уникнути несприятливих погодних умов, ранніх заморозків, зараження рослин фітофторозом. Оскільки етиленпродуценти стимулюють процес старіння та дозрівання плодів, було б доцільно вивчити вплив есфону на інтенсивність ростових процесів, морфогенез, формування фотосинтетичного апарату та продуктивність рослин томатів.

Вивчено вплив етиленпродуценту есфону на ростові процеси, формування листової поверхні та продуктивність томатів. Встановлено, що препарат здійснював чітку ретардантну дію – розміри оброблених препаратом рослин були менші від контролю. При цьому суттєвий вплив препарат здійснював на формування листового апарату, за дії есфону відмічалось зменшення кількості листків на рослині, достовірно зменшувалась площа листової поверхні та маса сирої та сухої речовини листка.



Відомо, що в теорії продукційного процесу особливого значення надається важливому ценотичному показнику – листковому індексу, який визначається як відношення площі листкової поверхні до площі насаджень рослин. Отримані результати свідчать про зменшення листкового індексу за дії есфону.

Важливим показником розвитку фотосинтетичного апарату є показник питомої маси. Зменшення питомої маси листків дослідного варіанту, свідчить про структурні зміни в них за дії препарату, що визначає необхідність глибшого вивчення причин цього явища. Важливість цього показника визначається тим, що він характеризує концентрацію основних структурних елементів і фотосинтетичних пігментів, за участю яких здійснюється асиміляція CO<sub>2</sub>.

Фізіологічний стан листка знаходиться в фізіологічній залежності від його мезоструктури. Дослідження анатомічної будови листка свідчать, що у оброблених 0,05 %-им есфоном рослин томатів зменшувалась товщина листка. При цьому відбувалося зменшення лінійних розмірів та об'єму клітин стовпчастої і губчастої паренхіми, що зумовлене інгібуючою дією ретарданту на маргінальну меристему листка. Також препарат не викликав достовірних змін у товщині верхнього і нижнього епідермісу, достовірно не змінював кількість продихів на абаксіальній поверхні листка та площу одного продиху.

Отримані результати свідчать, що за дії препарату зростав вміст хлорофілу в листках. Разом з тим, зменшення листкової поверхні рослин дослідного варіанту призводило до зниження важливого показника продукційного процесу – хлорофільного індексу.

Отже, етиленпродуцент есфон не викликав збільшення кількості та підвищення площі листкової поверхні та покращення інших характеристик фотосинтетичного апарату – вмісту хлорофілу, хлорофільного індексу, показника поверхневої щільності листка. Тому застосування препарату не призводить до формування більш потужного донорного потенціалу рослин. Вказані зміни призводять до зниження інтенсивності фотосинтетичних процесів і, як наслідок, зменшення врожайності і якості продукції культури. Обробка рослин томатів сорту Солеросо призводила до зменшення вмісту аскорбінової кислоти, суми цукрів. Зроблено висновок про недоцільність застосування препарату есфону в якості ретарданту на рослинах томатів для регуляції ростових процесів та формування фотосинтетичних структур з метою оптимізації продукційного процесу культури.

*Ключові слова: томати, етиленпродуценти, есфон, фотосинтетичний апарат, морфогенез, продуктивність, якість продукції*

Важливою складовою системного підходу до аналізу продукційного процесу культурних рослин є концепція донорно-акцепторних відносин, де основну увагу приділяють функціональній та регуляторній взаємодії фотосинтезу і росту [5, 11].

Одним з методів такої регуляції є застосування синтетичних інгібіторів росту рослин – ретардантів – препаратів з антигібереліновим механізмом дії, які забезпечують обмеження лінійного росту рослин, однак часто посилюють галуження, за рахунок чого формується більша листкова поверхня рослини та відбуваються зміни у донорно-акцепторній системі. Внаслідок цього можливий перерозподіл потоків асимілятів між вегетативними і генеративними органами на користь останніх [5, 6].

Екологічно безпечною групою ретардантів є етиленпродуценти, які здатні інгібувати активність вже синтезованих гіберелінів шляхом блокування утворення гормон-рецепторного комплексу [10, 12].

Останнім часом при вирощуванні культури томатів широко застосовують препарати етиленпродуцент есфон (ХЕФК – 65 %), який використовують для прискорення дозрівання томатів. Однак вивчення його впливу на інтенсивність ростових процесів, морфогенез, формування фотосинтетичного апарату та продуктивність, очевидно, не проводилося. У зв'язку з цим, метою нашої роботи було вивчити вплив етиленпродуценту есфону на ріст, формування фотосинтетичного апарату та продуктивність рослин томатів.

### **Матеріал і методи досліджень**

Мікропольові досліди проводили у спеціалізованому господарстві Вінницького р-ну Вінницької обл. на насадженнях рослин томатів сорту Солеросо. Площа облікової ділянки –

10 м<sup>2</sup>, повторність п'ятикратна. Обробка здійснювалась за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 0,05 %-им есфоном одноразово у фазу бутонізації до повного змочування листків. Контрольні рослини обробляли водопровідною водою.

Фітометричні показники (висота рослин, площа листків, маси сухої та сирої речовини листків) визначали на 20 рослинах через кожні 10 днів у кожен фазу розвитку [4]. Вміст хлорофілів вимірювали у свіжому матеріалі спектрофотометричним методом на спектрофотометрі СФ – 18 [1]. У фазу плодоношення визначали листковий індекс (ЛІ) як площу всіх зелених листків на одиницю поверхні ґрунту, хлорофільний індекс (ХІ) як добуток площі листків рослини і вмісту сумарного хлорофілу в них [9].

Мезоструктурну організацію листка вивчали на кінець вегетації на фіксованому матеріалі за загальноприйнятою методикою [7]. Для консервації застосовували суміш однакових частин етилового спирту, гліцерину, води з додаванням 1 %-го формаліну. Мацеруючим агентом було обрано 5 %-ий розчин оцтової кислоти в соляній кислоті 2 моль/л. Для аналізу відбирали листки середнього ярусу, які повністю закінчили ріст, через 30 діб після обробки рослин препаратами. Визначення розмірів клітин здійснювали за допомогою мікроскопа «Микмед-1» та окулярного мікрометра МОВ-1-15<sup>х</sup>.

В кінці вегетації визначали продуктивність та якість продукції плодів томатів сорту Солеросо. Кількісне визначення аскорбінової кислоти проводили за допомогою гексаціаноферриту калія, кислотність визначали за допомогою титрування 0,1 Н розчином луґу в присутності індикатора [3]. Визначення вмісту розчинних цукрів визначали йодометричним методом за Х. М. Починком [8].

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми «Statistica». У таблицях і на рисунках наведено середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки [2].

### Результати досліджень та їх обговорення

Отримані результати дослідження свідчать, що препарат есфон здійснює суттєвий вплив на лінійний ріст рослин томатів. Зокрема, середня висота рослин в контролі становить  $48,02 \pm 1,41$  см, а висота рослин дослідного варіанту –  $43,57 \pm 1,19$  см (середні дані за 2014-2015 р.р.), що свідчить про типову ретарданту дію препарату.

Суттєвий вплив препарат здійснював на формування листкового апарату (табл.1). Як видно з результатів дослідження, за дії есфону відбувалося зменшення кількості листків на рослині, достовірно зменшувалась площа листкової поверхні та маса сирої та сухої речовини листка.

Відомо, що в теорії продукційного процесу особливого значення надається важливому ценотичному показнику – листковому індексу, який визначається як відношення площі листкової поверхні до площі насаджень рослин.

Таблиця 1

Дія 0,05 %-ого есфону на формування фотосинтетичного апарату томатів сорту Солеросо

Показники/Варіант	Контроль	0,05 %-ий есфон
Кількість листків, шт.	$165,61 \pm 0,87$	* $158,81 \pm 0,58$
Маса сирої речовини листя з рослини, г	$383,42 \pm 1,17$	* $286,48 \pm 0,93$
Маса сухої речовини листя з рослини, г	$64,62 \pm 0,51$	* $57,89 \pm 1,07$
Площа листкової поверхні, см <sup>2</sup>	$21926,92 \pm 238,09$	* $21198,75 \pm 79,13$
Листковий індекс, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	$8,76 \pm 0,38$	$8,48 \pm 0,24$
Показник поверхневої щільності листка, г/м <sup>2</sup>	$175,08 \pm 7,85$	* $135,13 \pm 5,65$
Вміст хлорофілу, %, (мг/дм <sup>2</sup> )	$0,62 \pm 0,01$	* $0,76 \pm 0,01$
Хлорофільний індекс, г/м <sup>2</sup>	$2,38 \pm 0,18$	$2,17 \pm 0,05$

Примітки: \* – різниця достовірна при  $p \leq 0,05$ .

Отримані результати свідчать про зменшення листкового індексу за дії есфону. Разом з тим, важливим показником розвитку фотосинтетичного апарату є показник питомої маси. Важливість цього показника визначається тим, що він характеризує концентрацію основних

структурних елементів і фотосинтетичних пігментів, за участю яких здійснюється асиміляція CO<sub>2</sub>.

Отримані результати свідчать, що питома маса зменшується. Зменшення питомої маси листків свідчить про структурні зміни в них за дії препарату, що визначає необхідність глибшого вивчення причин цього явища. Відомо, що фізіологічний стан листка знаходиться в фізіологічній залежності від його мезоструктури [7]. Дослідження анатомічної будови листка свідчать, що у оброблених 0,05 %-им есфоном рослин томатів зменшувалась товщина листка (табл. 2.). При цьому відбувалося зменшення лінійних розмірів та об'єму клітин стовпчастої і губчастої паренхіми. Стовпчаста паренхіма є основною асиміляційною тканиною листка, тому зменшення її розмірів в 1,11 рази у порівнянні з контролем, на нашу думку, зумовлене інгібуючою дією ретарданту на маргінальну меристему листка.

Таблиця 2

Вплив есфону на мезоструктурну організація листків томатів сорту Солероссо

Показники/ Варіант	Контроль	0,05 %-ий есфон
Товщина листка, мкм	240,5 ± 3,02	*193,7 ± 5,78
Товщина хлоренхіми, мкм	205,2 ± 3,14	*159,2 ± 4,87
Об'єм клітин стовпчастої паренхіми, мкм <sup>3</sup>	18100,96 ± 442,44	*16278,79 ± 501,94
Довжина губчастих клітин, мкм	32,81 ± 0,99	*21,49 ± 0,74
Ширина губчастих клітин, мкм	19,28 ± 0,42	*15,55 ± 0,68
Товщина верхнього епідермісу, мкм	18,9 ± 0,82	18,1 ± 0,77
Товщина нижнього епідермісу, мкм	16,5 ± 1,21	16,5 ± 1,91
Кількість продихів на 1 мм <sup>2</sup> абаксіальної поверхні листка, шт	36,25 ± 2,41	34,05 ± 1,85
Площа одного продиха, мкм <sup>2</sup>	522,59 ± 13,19	491,81 ± 13,16

Примітки: 1.\* – різниця достовірна при  $p \leq 0,05$

При цьому препарат не викликав достовірних змін у товщині верхнього і нижнього епідермісу, достовірно не змінював кількість продихів на абаксіальній поверхні листка та площу одного продиху.

Отримані результати свідчать, що за дії препарату зростає вміст хлорофілу в листках. Разом з тим, зменшення листової поверхні рослин дослідного варіанту призводило до зниження важливого показника продукційного процесу – хлорофільного індексу.

Таблиця 3

Вплив 0,05 %-ого есфону на якість продукції рослин томатів сорту Солероссо

Показники/ Варіант	Контроль	0,05 %-ий есфон
Аскорбінова кислота, мг%	13,51 ± 0,52	12,53 ± 0,45
Кислотність, %	2,82 ± 0,03	*3,33 ± 0,02
Відновлюючі цукри, %	1,56 ± 0,08	1,63 ± 0,01
Сахароза, %	1,11 ± 0,01	*0,82 ± 0,05
Сума цукрів, %	2,91 ± 0,02	*2,51 ± 0,01
Маса плодів з одного куща, кг	4,22 ± 0,15	*3,29 ± 0,13
Урожайність, т/га	126,63 ± 6,48	*98,71 ± 4,65

Примітки: 1.\* – різниця достовірна при  $p \leq 0,05$

Отже, етиленпродуцент есфон не викликав збільшення кількості та підвищення площі листової поверхні та покращення інших характеристик фотосинтетичного апарату – вмісту хлорофілу, хлорофільного індексу, показника поверхневої щільності листка. Тому застосування препарату не призводить до формування більш потужного донорного потенціалу рослин.

Відповідно, обробка рослин томатів сорту Солероссо не сприяла підвищенню врожайності культури та якісних характеристик продукції (табл. 3).

## Висновки

Отже, препарат есфон недоцільно застосовувати на культурі томатів для регуляції ростових процесів та формування фотосинтетичних структур з метою оптимізації продукційного процесу культури.

1. *Гавриленко В. Ф.* Большой практикум по физиологии растений / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина. — М.: Высш. шк., 1975. — 392 с.
2. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Доспехов Б. А. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
3. *Ермаков А. И.* Методы биохимического анализа исследования растений / А. И. Ермаков. — Л.: Агропромиздат, Ленинград. отделение, 1987. — 430 с.
4. *Казаков С. О.* Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / С. О. Казаков. — Київ: Фітосоціоцентр, 2000. — 272 с.
5. *Киризий Д. А.* Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Д. А. Киризий. — Киев: Логос, 2004. — 189 с.
6. Кур'ята В. Г. Ретарданты – модифікатори гормонального статусу рослин / В. Г. Кур'ята // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. — К.: Логос, 2009. — Т. 1. — С. 565—589.
7. *Мокроносов А. Т.* Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов / А. Т. Мокроносов, Н. А. Борзенкова // Пр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 1978. — № 3. — С. 119—131.
8. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. — К.: Наук. думка, 1976. — 334 с.
9. *Прядкіна Г. О.* Потужність фотосинтетичного апарату, зернова продуктивність та якість зерна інтенсивних сортів м'якої пшениці за різного рівня мінерального живлення / Г. О. Прядкіна, В. В. Швартау, Л. М. Михальська // Физиология и биохимия культурных растений. — 2011. — Т. 43, № 2. — С. 158—163.
10. *Романовская О. И.* Применение этиленпродуцентов в растениеводстве / О. И. Романовская // Этиленпродуценты в растениеводстве. Физиология действия и применения. — Рига: Зинатне, 1989. — С. 116—123.
11. *Шадчина Т. М.* Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин. фізіологічні та екологічні аспекти / Шадчина Т. М., Гуляев Б. І., Кірізій Д. А. — К.: Фітосоціоцентр, 2006. — 383 с.
12. *Di Gregorio S.* Stress ethylene production in seed and fruit of *Sechium edule* Swartz / S. Di Gregorio, N. Ceccereli, R. Lorenzi // Ibid. — 1997. — Vol. 151, № 2. — P. 251—253.

*В. Г. Кур'ята, О. А. Кравець*

Винницкий государственный педагогический университет имени Михаила Коцюбинского

## ДЕЙСТВИЕ ЕСФОНА НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И МОРФОГЕНЕЗ ТОМАТОВ

Изучено влияние этиленпродуцента эсфона на ростовые процессы, формирование листовой поверхности и продуктивности томатов. Установлено, что препарат осуществлял четкое ретардантное действие – размеры обработанных препаратом растений были меньше контроля. При этом отмечалось уменьшение количества листьев на растениях, их суммарной площади, худшее развитие мезоструктуры вследствие уменьшения размеров хлоренхимы. Указанные изменения приводят к снижению интенсивности фотосинтетических процессов и, как следствие, уменьшение урожайности и качества продукции культуры. Сделан вывод о нецелесообразности применения препарата эсфону в качестве ретарданта на растениях томатов.

*Ключевые слова: томаты, этиленпродуценты, эсфон, фотосинтетический аппарат, морфогенез, продуктивность, качество продукции*

*V. G. Kuryata, O. A. Kravets*

Mikhailo Kotsiubynskiy Vinnytsia State Pedagogical University, Ukraine

## EFFECT OF ESFON ON GROWTH PROCESSES AND MORPHOGENESIS OF TOMATOES

The concept of source-sink relationship is an important component of a systematic approach to analyse the production process of cultivated plants, focused on the functional and regulatory interactions between photosynthesis and growth processes.

One of ways of such regulation is the use of synthetic inhibitors of plant growth – retardants with anty gibberellin action that provide the restriction of linear growth of plants, however, they often enhance branching, thereby larger leaf surface of plants is formed and changes occur in the source-sink system. This

fact may cause redistribution of assimilates between vegetative and generative organs in favor of the latter without performing phytotoxicity and adverse effects on reproductive organs of plants.

Compared with quaternary ammonium compounds and triazol-retardants, ethyleneproducers are ecologically safe without influence on the synthesis of gibberellins, but they are able to inhibit the activity of already synthesized hormones of this class in the way of blocking the formation of the thormone-receptor complex.

Recently, ethyleneproducer esfon (CEPA-65%) is widely used in cultivation of tomatoes. It is used to accelerate the ripening of tomatoes and decompose in the plant with the release of free ethylene. The application of preparations of this group allows to synchronize the maturation of products, reduce fees, avoid inclement weather, early frosts, plant infection by late blight. Ethyleneproducers stimulate the process of aging and ripening of plants, so it would be useful to study the impact of esfon on the intensity of growth processes, morphogenesis, formation of the photosynthetic apparatus and the productivity of tomato plants. In this regard, the purpose of our research was to study the influence of ethyleneproducer esfon on growth, formation of the photosynthetic apparatus and the productivity of tomatoes.

The effect of ethyleneproducer esfon on the growth processes, the formation of the leaf surface and the productivity of tomatoes have been studied. It has been established that the action of esfon caused considerable inhibition on linear growth of tomato plants – the size of treated plants was less because of the control. A significant effect of the retardant was carried out on the formation of the leaf apparatus. The number of leaves per plant was decreased, the leaf area and wet weight and dry matter of the leaf was significantly decreased under the influence of esfon.

The leaf index is an important coenotic index in the theory of the production process, which is defined as the ratio of the leaf area to the area of plantations of plants. The results of the research show that the leaf index was decreased by the action of ethyleneproducer esfon.

An important measure of the photosynthetic apparatus development is the specific weight. Reduction of the specific weight of treated leaves indicates structural changes in them under the action of esfon that determines the necessity for a better understanding of the causes of this phenomenon. The importance of this measure is determined by the fact that it characterizes the concentration of main structural elements and photosynthetic indices due to which the assimilation of CO<sub>2</sub> is realized.

The physiological leaf state is physiologically dependent on its mesostructure. It has been studied that the application of 0,5 % esfon led to changes in the anatomical structure of the leaf, the sheet thickness of treated plants was decreased. This was accompanied by reduction of linear dimensions and volume of palisade and spongy parenchyma, due to inhibition of the marginal meristem activity of the leaf. Also the application of esfon did not cause significant changes in the thickness of the upper and lower epidermis, did not modify the number of stomata on amoxilinem surface of the sheet and the area of one stomata.

Our results indicate that the action of esfon increased the chlorophyll content in leaves. However, compared with the control, reduction of the leaf surface of treated plants led to reduce an important measure of the production process – the chlorophyll index.

It is concluded that the application of esfon on tomatoes does not lead to increasing the number of leaves on the plant, its total leaf area and does not improve other features of the photosynthetic apparatus – the chlorophyll content, the chlorophyll index, the surface density of the sheet. Therefore, the application of esfon does not lead to increase the formation of more powerful donor potential of plants.

The following changes decrease the intensity of photosynthetic processes as a result the productivity and the quality of products are reduced as well. The use of ethyleneproducer on tomatoe plants variety Solerosso led to decrease the content of the ascorbic acid and the amounts of sugars. In conclusion, the application of esfon on tomato plants as the retardant to regulate growth processes and form powerful photosynthetic structures is unreasonable.

*Keywords: tomato, ethyleneproducers, esfon, photosynthetic apparatus, morphogehesis, productivity, quality of products*

Рекомендує до друку

Надійшла 19.11.2015

В. В. Грубінко

УДК 54.01:661.162.6

С. О. ПРИПЛАВКО, В. М. ГАВІЙ

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя  
вул. Кропив'янського, 2, Ніжин, Чернігівська область

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ КОРНЕВІН НА ВКОРІНЕННЯ ЖИВЦІВ СМОРОДИНИ ЧОРНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИСАДЖУВАННЯ

У статті наведена порівняльна характеристика впливу препаратів Корневін різних виробників на процеси коренеутворення живців смородини чорної (*Ribes nigrum* L.). Встановлена ефективність їхньої дії на показники вкоріненості, середньої кількості та довжини коренів залежно від строків висаджування живців у осінній період.

*Ключові слова:* регулятори росту рослин, живці смородини, вкоріненість, довжина коренів, середня кількість коренів

**Вступ.** На даний час регулятори росту рослин досить широко застосовуються при вирішенні багатьох завдань у рослинницькій практиці. Із їх допомогою удосконалюються агротехнічні прийоми вирощування окремих сільськогосподарських культур. Вони застосовуються для прискорення росту рослин або його гальмування, укорінення живців, при пересаджуванні дерев, для підвищення врожайності ряду культур, виведення насіння із стану спокою, отримання безнасінних плодів, скидання листя і плодів, підсушування рослин перед збиранням [3].

Використання регуляторів росту дозволяє повніше реалізувати генетичні можливості, підвищити стійкість рослин проти стресових факторів біотичної та абіотичної природи [4]. Регулятори росту прискорюють процес коренеутворення, підвищують вкоріненість живців, а головне – сприяють суттєвому збільшенню кількості коренів і поліпшенню загального розвитку укорінених живців. Зрештою скорочуються терміни вирощування саджанців і підвищується їх якість [2]. Адже, досить часто цінні рослини не можна розмножити насіннєвим способом, тому велике значення у плодівництві та садівництві має вегетативне розмноження, а саме, здерев'янілими та зеленими живцями. Живцювання – це досить швидкий і простий спосіб розмноження, який не потребує спеціальних навичок і прийомів, необхідних при щепленні.

**Метою роботи було** встановити вплив препаратів Корневін різних виробників на процеси коренеутворення живців смородини чорної (*Ribes nigrum* L.) в залежності від строків висаджування.

### Матеріал і методи досліджень

При проведенні дослідження ми використовували препарати Корневін двох фірм:

1. Корневін СП – препарат російського виробництва (м. Москва), коренеутворювач на основі 4-(індоліл-3-іл) масляної кислоти.
2. Корневін ТМ «Quantum» – це препарат українського виробництва (м. Харків). Комплексне хелатне добриво-вкорінювач, композиція гіперауксину, макроелементів (NPK 19:19:19) та мікроелементів у хелатній формі. Біологічно активна речовина – гіперауксин.

Дослідження проводили на території агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя на дослідних ділянках для проведення наукової роботи. Регулятори росту розчиняли у воді. У приготовлені розчини поміщали живці смородини чорної, які витримували у них 5 год. Як контроль використовували воду.

Дослідження проводили у трьох повторностях для кожного варіанту. Висаджування живців проводили у три терміни: 17 вересня, 26 вересня та 11 жовтня 2014 року. Результати знімали 29 та 30 квітня 2015 року.

### Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень на показник вкоріненості живців смородини чорної у третій декаді вересня найефективніше вплинув препарат Корневін ТМ «Quantum». При цьому він перевищив показники контролю на 42%. Препарат Корневін СП у цей період стимулював вкорінення на 35% краще, ніж контроль. Дане явище можна пояснити тим, що індолілмасляна кислота, що

входить до його складу, є синтетичним аналогом природних ауксинів і стимулює поділ клітин паренхіми, що й зумовлює ріст клітин меристеми у фазі розтягнення та швидку диференціацію корневих зачатків у базальній частині [5]. Показники вкоріненості під дією препаратів були вищі за контрольні і у другій декаді вересня на 18-23%. У жовтні ефективність препаратів на цей показник знижується, а їх застосування зменшує кількість вкоріненних живців на 14-17% порівняно до контролю (табл. 1). Подібні результати могли бути спричинені низькою активністю гіперауксину та індолілмасляної кислоти в умовах низьких температурних режимів [6].

Таблиця 1

Вплив препаратів Корневін на вкорінення живців смородини чорної в залежності від строків висаджування

Варіант	Період висаджування					
	17.09.14 р.		26.09.14 р.		11.10.14 р.	
	Кількість вкоріненних живців, шт.	% до контролю	Кількість вкоріненних живців, шт.	% до контролю	Кількість вкоріненних живців, шт.	% до контролю
Контроль	22±1,12	100	43±1,61	100	30±1,34	100
Корневін СП	27±1,52	123	58±2,01	135	25±1,19	83
Корневін ТМ «Quantum»	26±1,08	118	61±2,03	142	26±1,38	86

Отже, досліджувані препарати найкраще вплинули на показник вкоріненості живців у третій декаді вересня. Їхні показники перевищували контрольні за кількістю живців, які вкорінилися на 15-18 штук. У жовтні, з метою вкорінення живців смородини чорної, не варто використовувати жоден з препаратів, адже показники вкорінення нижчі за контрольні.

Одним з важливих показників ефективного протікання процесу ризогенезу під дією зазначених препаратів є середня кількість коренів на живцях смородини. Адже отримання на живцях більш потужної кореневої системи сприяє посиленому використанню поживних речовин з ґрунту і швидкому зростанню рослин [5]. Дослідження впливу препаратів на показник середньої кількості коренів на живцях смородини чорної показали, що найбільша кількість коренів утворилася у варіанті із застосуванням препаратів Корневін ТМ «Quantum» у третій декаді вересня. У цих живців середня кількість коренів перевищувала показники контролю на 20% (табл. 2). Натомість Корневін СП був більш ефективним у другій декаді вересня, перевищуючи показники контролю на 38%. Це можна пояснити тим, що під дією вкорінювачів відбувається фізіологічна поляризація живців. Внаслідок цього процесу, починається швидке переміщення речовин до нижнього кінця живців і їх витрата на утворення коренів [1].

Отже, найкращим періодом для застосування препарату Корневін ТМ «Quantum» за кількістю коренів є третя декада вересня. Але цей регулятор росту досить ефективно впливає на даний показник і у жовтні, оскільки він удвічі перевищує показники контролю, але кількість утворених додаткових коренів менша, ніж у попередній період. Натомість для Корневін СП кращим періодом для застосування є друга декада вересня.

Таблиця 2

Вплив препаратів Корневін на показник середньої кількості коренів у живців смородини чорної в залежності від строків висаджування

Варіант	Період висаджування					
	17.09.14 р.		26.09.14 р.		11.10.14 р.	
	Середня кількість коренів на живці, шт.	% до контролю	Середня кількість коренів на живці, шт.	% до контролю	Середня кількість коренів на живці, шт.	% до контролю
Контроль	6,0±0,56	100	8,6±0,66	100	3,1±0,16	100
Корневін СП	8,3±0,61	138	8,6±0,51	100	2,7±0,18	87
Корневін ТМ «Quantum»	5,1±0,43	85	10,3±0,59	120	6,3±0,48	203

При досліджуванні впливу вкорінювачів на показник середньої довжини коренів на живцях смородини чорної було з'ясовано, що результати дії препарату Корневін ТМ «Quantum» вищі за контрольні на 44% у третій декаді вересня. Високу ефективність мав цей препарат і у жовтні, перевищуючи показники контролю на 41%. При цьому збільшувалась також і середня довжина коренів порівняно з попередніми строками висаджування (табл. 3).

Це можна пояснити тим, що до складу даного препарату входять  $Zn^{2+}$ , який підвищує вміст ауксинів та прискорює ріст рослини вцілому. Також в регуляторі містяться  $P_2O_5$ , який позитивно впливає на ріст рослин.

Таблиця 3

Вплив препаратів Корневін на середню довжину коренів у живців смородини чорної в залежності від строків висаджування

Варіант	Період висаджування					
	17.09.14 р.		26.09.14 р.		11.10.14 р.	
	Середня довжина коренів на живцях, см	% до контролю	Середня довжина коренів на живцях, см	% до контролю	Середня довжина коренів на живцях, см	% до контролю
Контроль	2,4±0,25	100	1,6±0,17	100	2,2±0,21	100
Корневін СП	2,5±0,21	104	1,8±0,19	112,5	1,5±0,16	68
Корневін ТМ «Quantum»	1,7±0,20	71	2,3±0,19	144	3,1±0,25	141

## Висновки

Отже, у результаті проведених досліджень було встановлено, що за більшістю досліджуваних показників найкращим терміном для висаджування живців смородини чорної є третя декада вересня. При цьому варто використовувати регулятор росту Корневін ТМ «Quantum», який позитивно впливає на вкорінення живців, середню кількість коренів та їх довжину.

1. *К тайне* механизма действия фитогормонов [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://valleyflora.ru/48.html>.
2. *Моргун В. В.* Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / В. В. Моргун, В. К. Яворська, І. В. Драговоз // Физиология и биохимия культ. растений. — 2002. — Т. 34, № 5. — С. 371—376.
3. *Регулятори* росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / [Яворська В.К., Драговоз І.В., Крючкова Л.О. та ін]. — К.: Логос, 2006. — 176 с.
4. *Самойлов Л. Н.* Комплексное применение средств химизации при возделывании ячменя /Л. Н.Самойлов, З. К. Благовещенская // Химизация сельского хозяйства. — 1991. — № 6. — С. 101—105.
5. *Терек О. І.* Ріст рослин: навчальний посібник /О. І. Терек. — Львів: вид-во Львівського національного університету імені Івана Франка, 2007. — 248 с.
6. *Удосконалення* рослин. Протистояння вимерзанню [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www3.syngenta.com/country/ua/uk/aboutcompany/articles/Pages/crop\\_enhanc\\_2.aspx](http://www3.syngenta.com/country/ua/uk/aboutcompany/articles/Pages/crop_enhanc_2.aspx)

*С. А. Приплавко, В. Н. Гавий*

Нежинский государственный университет имени Николая Гоголя

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТОВ КОРНЕВИН НА УКОРЕНЕНИЕ ЧЕРЕНКОВ СМОРОДИНЫ ЧЁРНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ВЫСАЖИВАНИЯ

В статье приведена сравнительная характеристика влияния препаратов Корневин разных производителей на процессы корнеобразования черенков смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.). Установлена эффективность их действия на показатели укоренения, среднего количества и длины корней в зависимости от сроков высаживания черенков в осенний период.

*Ключевые слова:* регуляторы роста растений, черенки смородины, укоренение, длина корней, среднее количество корней



S. O. Pryplavko, V. M. Gaviy

Mykola Hohol Nizhyn State University, Ukraine

COMPARATIVE INFLUENCE OF THE PREPARATION KORNEVIN ON ROOTING OF BLACK CURRANT CUTTINGS DEPENDING ON TIMING OF PLANTING

Currently the plant growth regulators are widely used in solving many problems in horticultural practice. They are used to accelerate plant growth or its inhibition, rooting of cuttings while transplanting trees to increase yields of some crops, to remove seeds from dormancy, obtaining seedless fruits, dropping leaves and fruits, drying of plants before harvesting.

The use of growth regulators allows us to realize more fully genetic opportunities, improve plant resistance against stress factors of biotic and abiotic nature. The growth regulators accelerate the process of rooting, promote rooting of cuttings and what is most importantly contribute a substantial increase in the number of roots and improving the overall development of rooted cuttings. Ultimately the period of cultivation seedlings get shorter and their quality increases. In fact, quite often valuable plants can't be propagated in a seed way, that's why the vegetative reproduction has really a great importance in fruit growing and gardening, namely, by lignified and green cuttings.

The aim of this research was to establish the influence of preparations Kornevin of different manufacturers on the processes of rooting cuttings of black currants (*Ribes nigrum L.*) depending on planting dates.

In the research we used preparations Kornevin of two firms: Kornevin SP is a preparation of the Russian manufacture (Moscow), rooting based on the 4-(indolyl-3-yl) butyric acid and Kornevin TM "Quantum" is a preparation of the Ukrainian production (Kharkiv). It is a complex chelated fertilizer-rooting, hyperoxyn composition, macronutrients (NPK 19:19:19) and microelements in chelated form. Biologically active substance is hyperoxyn.

The results of researches on the rate of rooting of black currant cuttings in the third week of September most effectively influenced the drug Kornevin TM "Quantum". At that time it has exceeded control rates on 42%. The preparation Kornevin SP in this period stimulated rooting of 35% better than the control. This phenomenon can be explained by the fact that indolylacetic acid which is included in its composition, is a synthetic analogue of natural auxins and it also stimulates the cell division of parenchyma which determines the growth of cells of the meristem in a stretching phase and the early differentiation of root primordia in the basal part. The indicators of embeddedness under the influence of preparations and control were higher in the second decade of September by 18-23%. The effectiveness of preparations on this rate in October decreases and their use reduces the number of rooted cuttings by 14-17% compared to the control. Such results could be caused by a low activity of hyperoxyn and indolylacetic acids at low temperature regimes.

Therefore, investigational preparations influenced in the best way on the rate of rooting of cuttings in the third week of September. Their performance exceeded the control on the number of cuttings which rooted for 15-18 things. None of the preparations shouldn't be used for purposing of rooting of black currant cuttings in October as all the indicators of rooting are below the reference.

One of the most important indicators of an effective process of rhizogenesis under the action of these preparations is the average number of roots on currants cuttings. As receiving of the more vigorous root system of cuttings will promote the enhanced utilization of nutrients from the soil and rapid growth of plants. The research of the drug effects on the average number of roots on black currant cuttings showed that the greatest number of roots was formed in the variant with using drugs Kornevin TM "Quantum" in the third week of September. In these cuttings the mean number of roots was higher than in the control by 20%. But Kornevin SP was more effective in the second decade of September, exceeding the indicators of the control by 38%. It can be explained by the fact that the physiological polarization of cuttings occurs under the action of rooting. Due to this process, it begins the rapid movement of solids to the lower end of the cuttings and their consumption on the formation of roots.

Therefore, the best period for using the preparation Kornevin TM "Quantum" by the number of roots is the third decade of September. But this growth regulator effectively influences this indicator in October as well, as it exceeds the rates of the control twice but the number of formed additional

roots is further smaller than in the previous period. But the second decade of September is the best period for application of Kornevin SP.

While searching of the impact of rootings on the average length of roots on black currant cuttings, it was found that the results of the action of the preparation Kornevin TM "Quantum" are higher than the control results by 44% in the third decade of September. This preparation had the high performance in October exceeding the indicators of the control by 41%. Thereby the average length of the roots increased comparing with the previous time of planting.

This can be explained by the fact that the composition of this preparation is composed of  $Zn^{2+}$  which increases the concentration of auxin and accelerates the growth of plants in general. The controller also contains  $P_2O_5$  which has a positive effect on the plant growth.

As a result of the conducted research, it was found that the third decade of September is the best time for planting black currant cuttings according to the majority of investigated indicators. Thus it is worth using of the growth regulator Kornevin TM "Quantum", which has a positive effect on rooting of cuttings, the average number of roots and their length.

*Keywords: the regulators of the plant growth, black currant cuttings, rooting, root length, the average number of roots*

Рекомендує до друку  
Н. М. Дробик

Надійшла 24.02.2016

УДК 628.1.033: 612.014.461

С. В. СКОК

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»  
вул. Рози Люксембург, 23, Херсон, 73006

## **ВПЛИВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ М. ХЕРСОНА**

---

Рівень здоров'я населення є індикатором соціально-економічного розвитку. Важливими чинниками його формування екологічні параметрами середовища, серед яких особливе місце займає якість питної води. У статті здійснений аналіз взаємозв'язку між якістю питної води у різних районах м. Херсона та динамікою захворюваності за основними класами хвороб. На основі кореляційного аналізу доведено вплив високих показників мінералізації, вмісту сульфатів і хлоридів на рівень захворюваності населення.

*Ключові слова: здоров'я населення, якість питної води, захворюваність*

Згідно з концепцією сталого розвитку збереження здоров'я людини є головним завданням ефективного функціонування будь-якої екологічної та соціо-економічної системи [11]. Проте в умовах інтенсивної антропогенної діяльності спостерігаються низький рівень народжуваності, коротка тривалість життя, високі показники загальної та дитячої смертності. Особливо такі процеси переважають у урбосистемах, де вплив екологічних чинників на здоров'я населення зростає до 20 % [13].

Одним із важливих індикаторів здоров'я населення є якість питної води. Так, згідно з даними ВОЗ, споживання неякісної питної води в результаті порушення гідрохімічного та гідродинамічного режимів джерел водопостачання, призводить до смерті близько 5 млн. осіб на рік [9]. З цього приводу, необхідним є створення системи екологічного моніторингу якості питної води та бази статистичних даних щодо поширення захворюваності населення будь-якого регіону.

Проблемі якісного стану питної води присвячена велика кількість наукових робіт [6-9]. Проте, через відсутність єдиного методичного підходу, маловивченим залишається питання впливу якісних показників питної води на здоров'я населення [1, 3, 10, 12, 13].

### Матеріал та методи досліджень

В основу роботи покладені фактичні матеріали, отримані з електронної бази хвороб та медичної звітності Управління охорони здоров'я Херсонської міської ради за 1990-2011 роки, показники якості питної води у водогінній системі за досліджуваними тест-полігонами міста (за даними виробничої лабораторії МКП «Херсонського водно-каналізаційного господарства»):

- I – селітебна зона з багатоповерховою забудовою,
- II – промислова зона,
- III – селітебна зона із змішаною забудовою,
- VI – зона транспортного навантаження,
- V – зона загальноміського центру,
- IV – селітебна зона з багатоповерховою забудовою з локальною системою водопостачання,
- VII – приміська зона.

Оцінка її якості здійснюється з урахуванням водогосподарських вимог, санітарно-гігієнічних критеріїв, встановлених стандартів та нормативів екологічної безпеки [2, 4].

Оцінка впливу високих показників мінералізації, вмісту сульфатів, хлоридів на рівень захворюваності мешканців міста Херсона була здійснена з використанням поліноміального кореляційно-регресійного аналізу, при умові  $R^2 > 0,7$  та шкали оцінки зв'язку за коефіцієнтом кореляції  $r$  [-1+1]: 0-0,2 – дуже слабкий зв'язок; 0,2-0,5 – слабкий зв'язок; 0,5-0,7 – середній зв'язок; 0,7-0,9 – високий зв'язок; 0,9 – дуже високий зв'язок [5].

### Результати досліджень та їх обговорення

Одним із основних джерел питної води у м. Херсоні є підземні води з верхньо-сарматського водоносного комплексу, що залягає на глибині 60-100 метрів. Не зважаючи на природні умови його захисту від можливого забруднення ззовні, спостерігається перевищення у питній воді більшості районів міста загальної жорсткості 8-30 моль/м<sup>3</sup> (ГДК 7-10 моль/м<sup>3</sup>), мінералізації 1500-3500 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 1000-1500 мг/дм<sup>3</sup>), вмісту сульфатів 800 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 500 мг/дм<sup>3</sup>) та хлоридів 500-800 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 350 мг/дм<sup>3</sup>) за межами встановлених нормативів (табл.1). Винятком є окремі свердловини, що розташовані у селітебній зоні багатоповерхової забудови (I тест-полігон), приміській зоні (VII тест-полігон), у селітебній зоні багатоповерхової забудови із локальною системою водопостачання (VI тест-полігон).

Якісний склад питної води є лімітуючим фактором впливу на організм людини, оскільки надлишок чи нестача у воді хімічних елементів призводить до різних захворювань. Високі показники мінералізації, хлоридів, сульфатів у водогінній системі м. Херсона спричиняють захворювання системи кровообігу, шлунково-кишкового тракту, порушення водно-сольового обміну, погіршення стану шкіри, прискорення процесів старіння.

Крім того, перевищення основних катіонів та аніонів у воді через незадовільний технічний стан водопровідних мереж впливає на її органолептичні властивості, що призводить до порушення фізіологічних функцій шлунка, зору і частоти скорочення серця (табл. 2).

Аналіз табличних даних засвідчив, що найбільшого поширення серед жителів міста Херсона мали хвороби системи кровообігу та сечостатевої системи. Згідно з даними Управління охорони здоров'я в Херсонській області [14] саме судинні захворювання є головною причиною смерті близько 58,7% населення міста. Вживання неякісної питної води призводить також до розвитку вірусного гепатиту, черевного тифу, дизентерії, холери. Не зважаючи на те, що мікробіологічні показники у водогінній системі міста знаходяться в межах встановлених норм, існує надзвичайно велика загроза локального бактеріального забруднення питних джерел у приватних секторах та розвиток інфекційних хвороб.

Якість питної води у водогінній системі м. Херсона

Показники	СанПин 2.1.4.10749-01 «Вода питьевая»	Райони міста				
		Зона транспортної розв'язки	Зона загально міського центру	Селгтебна зона із змішаною забудовою	Селгтебна зона із багатоповерхо -вою забудовою	Приміська зона
Запах, (бал)	2	0	0	0	0	0
Смак, (бал)	2	0	0	0	0	0
Кольоровість, (град)	20	4	3	3	2	0
Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0
Залишковий хлор, мг/дм <sup>3</sup>	0,3-0,5	-	-	-	-	-
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	350	300-850	250-300	400-600	200-300	150-250
Загальна жорсткість, моль/м <sup>3</sup>	7-10	8-30	5-18	7-16	7-10	5-7
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	500	500 - 850	300-450	400-500	250-300	150-200
ОкиснюваністьмгО/дм	2,0	2	1-2	1-2	1-2	1-2
Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	3,3	3-6	0,5-1	0-0,5	0-0,5	0
Нітриди, мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0-0,5	0-0,2	0-0,2	0-0,1	0
Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0-0,1	0-0,1	0-0,1	0	0
pH	6-9	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	1000- 1500	1500 - 3500	600-1500	1500-2500	500-1400	500-1500
Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Миш'як, мг/д <sup>3</sup>	0,05	0-0,02	0-0,02	0-0,02	0-0,02	0-0,02
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	45	30-120	5-25	10-25	5-15	1-4
Вуглекислота, мг/дм <sup>3</sup>	10-30	10	10-20	10-20	10-20	5-10
Фтор, мг/дм <sup>3</sup>	1,2	0,2-0,4	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,25-0,5
Мікробне число	100	0-10	0-10	0-10	0-10	10
Колі-індекс	<3	<3	<3	<3	<3	<3

Таблиця 2

Захворюваність населення за класами хвороб (на 100 тис. випадків) [15]

Роки	Назва хвороби						
	Порушенн я обміну речовин	Хвороби системи кровообігу	Хвороби органів травлення	Хвороби сечо- статевої системи	Вірусний гепатит	Гострі кишкові інфекції	Брюшний тиф
1990	-	-	-	-	413,7	61,3	0,4
1995	-	-	-	-	308,9	76,8	0,2
2000	748,2	4571,0	2517,4	4164,7	40,4	42,5	-
2005	782,8	4750,9	2545,3	4774,9	44,9	36,6	-
2006	790,7	4659,8	2562,7	4461,5	18,2	34,5	-
2007	775,3	5030,5	2475,0	4341,3	11,8	33,9	-
2008	825,9	5337,5	2436,9	4609,3	-	-	-
2009	733,7	5241,7	2499,5	4591,6	7,2	42,2	-
2010	740,4	4919,0	2406,2	4587,2	22,5	45,7	-
2011	718,2	4803,3	2346,0	4818,7	22,3	29,5	-

Оцінка впливу якісних характеристик питної води на стан здоров'я жителів досліджуваної урбоєкосистеми здійснювалася на основі кореляційного аналізу (табл. 3).

Розрахунок кореляційної залежності між якісними показниками питної води, що мають тенденцію до підвищення в часі своїх числових параметрів, показав тісний та середній зв'язок між показниками мінералізації, вмісту сульфатів, хлоридів і порушенням системи кровообігу ( $r = 0,98, 0,91, 0,96$ ), обміну речовин ( $r = 0,81, 0,52, 0,85$ ). На поширення хвороб сечостатевої системи та органів травлення числові параметри якості питної води особливого впливу не мають.

Згідно з нашими розрахунками, якість питної води має опосередкований вплив на поширення захворюваності серед населення міста. Найбільша кількість хворих людей зосереджується на тій території урбоєкосистеми, де спостерігається найбільший антропогенний пресинг на джерела водопостачання та прилеглу територію (III, IV, V тест-полігони).

Серед захворювань переважають хвороби системи кровообігу, сечостатевої системи, органів травлення, порушення обміну речовин. Для більш детального вивчення впливу екологічних факторів на стан здоров'я населення необхідно контролювати динаміку вмісту забруднюючих речовин у всіх складових навколишнього природного середовища та рівень захворюваності жителів урбанізованої екосистеми.

Таблиця 3

Кореляційний зв'язок між деякими показниками якості питної води та захворюваністю населення

Форми хвороб	Рівень мінералізації, 1500-3500 мг/дм <sup>3</sup>	Вміст сульфатів, 200-800 мг/дм <sup>3</sup>	Вміст хлоридів, 150-850 мг/дм <sup>3</sup>
	Коефіцієнти кореляції, поліноміальні рівняння 6 - го ступеня		
Порушення системи кровообігу	0,98	0,91	0,96
	$y = - 0,49 x^6 + 15,61 x^5 - 188,52 x^4 + 1068,30 x^3 - 2894,90 x^2 + 3563,40 x + 3007,4$		
Порушення обміну речовин	0,81	0,52	0,85
	$y = - 0,30 x^6 + 8,35 x^5 - 90,15 x^4 + 480,82 x^3 - 1319,40 x^2 + 1745,60 x - 77,55$		
Хвороби органів травлення	- 0,87	- 0,51	- 0,81
	$y = 0,77 x^6 - 20,63 x^5 + 215,5 x^4 - 1103,5 x^3 + 2857,9 x^2 - 3464,5 x + 4032,1$		
Хвороби сечостатевої системи	0,28	0,09	0,34
	$y = 0,76 x^6 + 25,515 x^5 - 332,72 x^4 + 2150 x^3 - 7134,5 x^2 + 11223 x - 1766,7$		

### Висновки

У м. Херсоні одним із важливих екологічних факторів впливу на здоров'я жителів є якість питної води. Встановлено позитивний кореляційний зв'язок між високим вмістом у питній воді сульфатів, хлоридів та мінералізації на поширення хвороб системи кровообігу та обміну речовин. Відсутність бактеріального забруднення питної води в місті знижує ризик розвитку інфекційних хвороб серед жителів м. Херсона.

1. Гушук І. В. Якість питної води та захворюваність населення Рівненської області на гострі кишкові інфекції / І. В. Гушук // Гігієна населених місць. — 2004. — № 43. — С. 131—139.
2. СанПин 2.1.4.10749-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды».
3. Екосередовище і сучасність. Природне середовище у сучасному вимірі / [С. І. Дорогунцов, М. А. Хвесик, Л. М. Горбач, П. П. Пастушенко]. — К.: Кондор, 2006. — Т. 1. — 288 с.
4. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01. 2002 р. № 2918-III // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 2002. — № 16. — С.112.
5. Наконечний С. І. Економетрія: Навчальний посібник / С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко, Т. П. Романюк. — К.: КНЕУ, 2003. — 132 с.
6. Іванова О. І. Якість питної води різних джерел водопостачання та її вплив на стан здоров'я дитячого населення Брусилівського району / О. І. Іванова, В. Н. Корзун // Гігієна населених місць. — 2010. — № 56. — С. 104—108.

7. Козак В. Екологічний стан джерел водозабезпечення сільських населених пунктів Львівської області / В. Козак, Б. Козловський // Водне господарство України. — 2006. — №2. — С. 15—18.
8. Левківський С. С. Рациональне використання і охорона водних ресурсів / С. С. Левківський, М. М. Падун. — К.: Либідь, 2006. — 267 с.
9. Митрахович А. И. Проблема чистой воды в сельской местности Республики Беларусь / А. И. Митрахович, В. Т. Кишиков // Мелиорация и водное хозяйство. — 2002. — № 2. — С. 8—11.
10. Програма дій «Порядок денний на XXI століття». — К.: Інтелсфера, 2000. — 360 с.
11. Прохорова А. А. До питання про моніторингові дослідження здоров'я населення в урбанізованих геосистемах / А. А. Прохорова // Розвиток географічної думки на півдні України: проблеми і пошуки. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Мелітополь, 2006. — С. 59—64.
12. Шовкун Т. М. Екологічний стан підземних вод та його вплив на здоров'я людини (на прикладі Чернігівської області) / Т. М. Шовкун // Наукові праці УкрНДГМІ. — 2004. — Вип. 253. — С.264 -269.
13. Яцик А.В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова. — К.: Генеза, 2007. — 360 с.
14. Медичний паспорт м. Херсона [Електронний ресурс]. — 2013. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.zdrav.rs.ua>. Перевірено 03.07.2015 р.
15. Статистичний Щорічник Херсонської області за 2011 рік [Електронний ресурс]. — 2012. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.ks.ukrstat.gov.ua>. Перевірено 03.07.2015 р.

*C. B. Skok*

ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»

#### ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. ХЕРСОНА

Уровень здоровья населения является индикатором социально-экономического развития. Факторами его формирования являются экологические параметрами окружающей среды, среди которых особое место занимает качество питьевой воды. В статье приведены данные о взаимосвязи качества питьевой воды и здоров'я населения г. Херсон по тест-полигонам города: I - селитебная зона с многоэтажной застройкой, II - промышленная зона, III - селитебная зона со смешанной застройкой, IV - зона транспортной нагрузки, V - зона общегородского центра, VI - селитебная зона с многоэтажной застройкой с локальной системой водоснабжения, VII - пригородная зона. Оценка воздействия высоких показателей минерализации, сульфатов, хлоридов на уровень заболеваемости жителей города Херсона была осуществлена с использованием полиномиального корреляционно-регрессионного анализа. Расчет корреляционной зависимости между качественными показателями питьевой воды, которые имеют тенденцию к повышению во времени своих числовых параметров, показал тесную и среднюю связь между показателями минерализации, содержанием сульфатов, хлоридов и нарушением системы кровообращения ( $r = 0,98; 0,91; 0,96$ ), обмена веществ ( $r = 0,81; 0,52; 0,85$ ). На распространение болезней мочеполовой системы и органов пищеварения числовые параметры качества питьевой воды особого влияния не имеют.

*Ключевые слова: здоровье населения, экологические факторы, качество питьевой воды, заболеваемость*

*S. V. Skok*

Kherson State Agricultural University, Ukraine

#### THE IMPACT OF DRINKING WATER QUALITY ON THE POPULATION HEALTH OF KHERSON

The level of the population health is an indicator of the social and economic development of any region. Important factors of its formation are mainly determined by ecological factors of the environment, among which the quality of drinking water occupies a special place. The article presents the data of interrelation of drinking water quality and the population health of Kherson according to investigational testing grounds of the city: the residential zone of multistory building (I testing ground), the industrial zone (II testing ground), the residential zone of mixed building (III testing ground), the zone of transport load (IV testing ground), zone of the city centre (V testing ground), the residential zone of multistory building with the local water supply system (VI testing ground), the suburban zone (VII testing ground). Assessment of the impact of high indicators of mineralization,

sulfates and chlorides on the level of morbidity of Kherson's inhabitants was carried out using the polynomial regression analysis. The analysis of data showed that the most prevalent among the inhabitants of Kherson were the diseases of the circulatory and genitourinary systems. The article demonstrates the close and average liaison between mineralization, the content of sulfates, chlorides and the violation of the circulatory system ( $r = 0,98; 0,91; 0,96$ ), metabolism ( $r = 0,81; 0,52; 0,85$ ). Numerical parameters of drinking water quality have little influence on the spread of diseases of the genitourinary and digestive systems.

The greatest number of sick people is concentrated in the territory of Kherson's urban ecosystem where there is the greatest anthropogenic pressure on water supply sources and the adjacent area (III, IV, V test grounds).

*Keywords: the population health, environmental factors, the quality of drinking water, morbidity*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 10.09.2015

УДК 504.75 + 58.04

В. П. СТЕФУРАК, С. П. НАКОНЕЧНА, О. В. БАСКЕВИЧ

Івано-Франківський національний медичний університет  
вул. Галицька, 2, Івано-Франківськ, 76018

## **МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ ДІЇ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОІНДИКАТОРІВ**

Розроблено методику біоіндикації стану природних екосистем в зоні тривалого впливу викидів хімічних підприємств за допомогою членистоногих - індикаторів різного виду забруднення та дано оцінку стану техногенно-порушених екосистем за станом угруповань індикаторів. Встановлено, що техногенне навантаження на природні екосистеми призводять до зниження біомаси членистоногих та збіднення їх видового різноманіття.

*Ключові слова: техногенне навантаження, моніторинг, біоіндикатори, членистоногі, дощові черви, видова різноманітність, біомаса*

Будівництво промислових об'єктів і підвищення їх потужності сприяє зростанню навантаження на природне середовище, а тому питання оцінки його стану є актуальним.

Організми є чутливими і надійними індикаторами техногенних навантажень на природні екосистеми і біоіндикація з їх використанням дозволяє реєструвати мінімальні концентрації речовин, що в них поступають, визначати стійкість природного середовища до різних форм техногенного впливу і прогнозувати його розвиток в майбутньому [3, 6]. Надійним індикатором техногенного порушення наземних екосистем є зміна чисельності представників членистоногих і, особливо, видового складу родини Жужелиць [4]. А. Лесняк [7], використовуючи представників родини жужелиць як індикатора стану природних екосистем, виділяє три їх функціональні групи, за зміною яких можна робити висновки про порушення середовища – великі хижаки, дрібні хижаки і гельмінтозоофаги.

Метою роботи є розробка теоретичних і методичних принципів біоіндикації стану природного середовища в зоні тривалого впливу на них викидів хімічних підприємств та встановлення безхребетних тварин – індикаторів техногенного забруднення.

### Матеріал і методи досліджень

Для вивчення впливу промислових викидів на стан мезофауни і членистоногих були закладені три стаціонарні дослідні ділянки, розташовані в північно–східному напрямку від хімічних підприємств. Дослідна ділянка I (контроль) знаходилась на відстані 25 км від хімічних підприємств в протилежний бік від домінуючих вітрів, дослідні ділянки II і III в радіусі 2 км від магнієвого і хімічного заводу ВАТ «Оріана» (м. Івано-Франківськ).

Для біоіндикації стану природного середовища у зоні впливу хімічних підприємств обрані угруповання деяких членистоногих і дощових черв'яків. У польових умовах застосовувалися прямі і дотичні методи обліку безхребетних, а також стандартний метод зоологічного обстеження ґрунтів [1] і метод пасток Барбера [5].

Дані про видовий склад популяцій жужелиць і стафілінід аналізувалися за допомогою критеріїв зоологічної характеристики угруповань. Особлива увага приділялась характеристиці загальної диверсита, зосередження домінантності та видової різноманітності угруповань. Загальна диверсіта угруповань (загальне різноманіття видів і розподіл особин по видах) має основне значення для оцінки ступеня стабільності екосистем. Висока диверсіта свідчить, крім природних комплексів з природними екстремальними умовами, про високу екологічну стабільність і високу ступінь біологічної саморегуляції, тобто про високу здатність угруповань протидіяти зовнішньому впливу. Загальна диверсіта окремих видів угруповань вираховувалась як експоненційна – індекс «λ» [8], так і логарифмічна – індекс «Н» [9]. Під час аналізу стану забруднення атмосфери використовувалися дані санітарно–епідеміологічних станцій, інспекцій по контролю за роботою газоочисних і пилоуловлюючих споруд, санітарно–гігієнічних лабораторій підприємств.

Отримані показники оброблялися статистично, а між концентрацією токсикантів і відстань від джерел викидів за методикою Б. А. Доспехова [2] виводили рівняння кореляційної залежності.

### Результати досліджень та їх обговорення

Отримані результати досліджень показали, що загальна чисельність членистоногих на забруднених ділянках знижується порівняно з контролем на 27 % (табл. 1). Особливо чутливими до забруднення виявилися павуки та сінокосці. Інакше реагують на забруднення жуки. З наближенням до джерела забруднення, кількість їх значно зросла, однак біомаса зменшилася наполовину, а число видів скоротилася з 17 до 11.

Родина жужелиць (Carabidae) складає 70% від загального числа жуків, родина стафілінід (Staphylinidae) – 11%, решта 19% жуків представлені 5 різними родами (Curculionidae, Scyrtophagidae, водолюби Hydrophylidae та ін.). З родини жужелиць на контролі виявлено 11 видів, а на III ділянці тільки 7.

Порівнюючи видовий склад жуків дослідних ділянок, видно, що на III ділянці відсутні види, які трапляються на контрольній дослідній ділянці, крім цього, виявлено 3 нові види (табл. 2).

Таблиця 1

Вплив викидів хімічного і магнієвого заводів на чисельність членистоногих\*

Групи членистоногих Членистоногі (всього)	Дослідні ділянки		
	I (контроль)	II	III
Павуки	10,20 ± 1,77	5,00 ± 1,40	1,80 ± 0,55
Сінокосці	12,60 ± 2,50	2,20 ± 0,81	4,20 ± 0,86
Комахи	15,40 ± 2,04	16,00 ± 2,89	21,00 ± 3,91
Жуки	15,00 ± 0,99	15,20 ± 2,70	15,80 ± 2,88
(біомаса), г	5,40 ± 1,30	1,91 ± 0,54	2,81 ± 0,79
Жужелиці	10,60	4,80	20,00
Стафілініди	4,20	2,60	7,00

\*- середнє арифметичні дані на одну пастку за 10 діб ( $X_{10}$ ) і відхилення від середнього ( $\pm\delta$ )



Не виявляли представників таких видів: *Carabus coriaceus* L., *Carabus nemoralis* O. F. Muller і *Calathus fuscipes* Goeze, які є найчисельнішими у непорушених біогеоценозах. Види, які виявляються на III ділянці, космополітні, невибагливі, особливо представники роду *Pterostichus*, які займають нестабільні і порушені природні комплекси.

Всі ці види дрібні. Біомаса 12 особин виду *Pterostichus vulgaris* auct. рівна біомасі двох особин виду *C. coriaceus*. Цим пояснюється зниження біомаси жуків на ділянці III порівняно з ділянкою I. Аналогічна закономірність виявлена і у родини стафілінід, оскільки на контрольній ділянці виявлено 5 видів, в той же час на ділянці III – тільки 2 види.

Таблиця 2

Видовий склад родини жужелиць і стафілінід в зоні дії викидів хімічних підприємств

Види	Дослідні ділянки		
	I	II	III
<b>Жужелиці</b>			
<i>Carabus coriaceus</i> L.	2	-	-
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	2	-	-
<i>Cychrus rostratus</i> L.	3	-	-
<i>Carabus nemoralis</i> M.	15	1	-
<i>Calathus fuscipes</i> G.	10	1	-
<i>Harpalus</i> sp.	3	2	-
<i>Carabus violaceus</i> L.	9	8	1
<i>Abax ater</i> Villers	6	3	3
<i>Trechus</i> sp.	-	4	17
<i>Agonum assimile</i> L.	-	-	26
<i>Pterostichus</i> sp. II	-	-	46
<i>Pterostichus vulgaris</i> auct.	3	7	59
N/S	53/11	26/9	142/7
<b>Стафілініди</b>			
<i>Ocyopus compressus</i> L.	2	-	-
<i>Quedius</i> sp.	1	-	-
<i>Tachinus subterraneus</i> L.	1	2	-
<i>Drusila canaliculata</i> L.	-	2	-
<i>Zantholinus linearis</i> L.	2	2	4
<i>Philonthus decorus</i> G.	5	3	12
N/S	11/16	9/4	16/3

\*- дані представлені як сума всіх особин, відловлених на одній дослідній ділянці (Σx). N – число відловлених особин родини; S – число відловлених видів родини.

Щодо II дослідної ділянки, то за кількістю видів жуків займає проміжне положення між контролем і III дослідною ділянкою. Тут виявлено представників 8 видів жужелиць, 4 - стафілінід, не спостерігається різкого збільшення чисельності жуків за рахунок космополітних видів. Порівняно з контролем зменшується також чисельність і біомаса жуків.

Аналізуючи отримані дані, можна відмітити, що в результаті забруднення довкілля викидами хімічних підприємств відбулася заміна великих хижих жужелиць *Carabus* дрібними хижими жужелицями *Pterostichus*. Це свідчить про те, що зміна угруповань членистоногих має структурний характер, їх функції в природному комплексі ще не порушена; тобто угруповання при зниженні його видового різноманіття ще зберігає здатність до саморегуляції і виконує властиві йому функції в природному комплексі. Як біоіндикатор непорушених або малопорушених лісових природних комплексів в зоні дії викидів хімічного заводу можна використати вид *C. coriaceus*. Зниження чисельності двох крупних видів *C. nemoralis* і *C. violaceus* проявляється як індикатор середнього порушення.

У результаті аеротехногенного забруднення дії з лісового природного комплексу повністю зникають види крупних жужелиць роду *Carabus*, які замінюються родом *Pterostichus*, що різко збільшують свою чисельність. Його можна вважати індикатором середнього і сильного порушення природного комплексу.

З метою в'ясування особливостей і подібності реакції членистоногих як індикаторів на вплив промислових викидів, нами також порівнювався вплив двох промислових об'єктів на різні типи природних комплексів. Один із комплексів, що вивчалися – лучний – піддавався впливу викидів магнієвого заводу. Інший природний комплекс – листяний ліс – знаходиться в зоні дії викидів хімічного заводу. Для кожного з них фонове значення було прийнято за 100 %. Виявилось, що на дослідних ділянках, що знаходились під впливом викидів магнієвого заводу, чисельність членистоногих становила від 70 до 90 % фоновій, в той же час як на дослідних ділянках, що знаходяться в зоні дії хімічного заводу, чисельність членистоногих виявилася на 30% нижчою чисельності їх на фоновій дослідній ділянці. Зниження чисельності членистоногих відбувається головним чином за рахунок павуків, сінокосців і жуків.

Оцінити стан природних комплексів під впливом викидів хімічних підприємств ми спробували за допомогою критеріїв екологічної стабільності деяких членистоногих. Критерії стабільності дають уяву про стан угруповань, їх здатність до саморегуляції і самовідновлення. Стан фауни можна використовувати як критерій стану всього природного комплексу.

Отже, в залежності від типу техногенного навантаження по-різному змінюється стабільність угруповань жужелиць і стафілінід. У лісі під кислим типом впливу стабільність обох угруповань знижується, особливо різко у стафілінід – від 1,36 до 0,50. У природних комплексах, що знаходяться під впливом викидів магнієвого заводу, спостерігається вища стабільність цих угруповань. Очевидно, що цей тип впливу не є настільки шкідливим, як кислий, і бідні субстрати збагачує хімічними елементами, сприяючи цим різноманітності членистоногих, більшій стабільності їх угруповань. Кислий тип впливу у зв'язку з високою концентрацією сірчистого ангідриду особливо шкідливий, тому що порушує хімізм ґрунтів і рослинний покрив, зменшує різноманітність членистоногих.

Біоіндикатор стану природних комплексів під впливом промислових викидів намагалися знайти і серед мезофауни, вибравши для цього представників родини дощових черв'яків, яких вираховували на тих самих дослідних ділянках, де відловлювалися членистоногі. Щоб виявити реакцію дощових черв'яків на забруднення, їх чисельність і біомасу на I ділянці (контроль) приймали за 100 %, а чисельність і біомасу на II і III ділянках вираховували як частка від фону.

У результаті досліджень встановлено, що у забруднених ґрунтах чисельність дощових черв'яків на II ділянці на 30%, а на III – на 50 % зменшується порівняно з ґрунтом контрольної ділянки. Біомаса знижується не так різко. Виявилось, що представники цієї родини тісно пов'язані з хімізмом гумусового горизонту ґрунту, який є бар'єром на шляху атмосферних забруднювачів.

Отже, отримані дані показали, що для подальших біоіндикаційних досліджень можна рекомендувати дві групи безхребетних тварин: ряд Жуків (Coleoptera), а із нього родину Жужелиць (Carabidae) і родини дощових черв'яків (Lumbricidae). Обидві групи досить багаточисельні у всіх природних комплексах Карпатського регіону і екологічно значимі; відіграють важливу роль в ґрунтоутворенні і самоочищенні ґрунту, трапляються на всіх трофічних рівнях біоценозів. Це мешканці ґрунтового ярусу і підстилки, які вже специфікою місця свого проживання найбільше відчують прямий і побічний вплив антропогенних навантажень.

Наслідком змін чисельності окремих видів членистоногих є також зміни розподілу домінантності за видами і видового різноманіття. Види, що є найбільш чутливими до впливу забруднювачів, різко знижують свою чисельність і навіть випадають із природного комплексу. Їх місце займають види більш толерантні, чисельність яких підвищується. На основі зосередження домінантності видової різноманітності угруповань членистоногих вираховувалися індекси стабільності, які характеризують стан угруповання і природного комплексу в цілому. При цьому виходили з того, що добрими індикаторними показниками є зміна видів в межах одного трофічного рівня або в трофічних рівнях між собою. Заміна великих видів дрібними одного трофічного рівня свідчить про порушення місця проживання видів, хоча угруповання продовжує виконувати свої функції у природному комплексі. При надмірному порушенні природного комплексу із нього випадають цілі трофічні рівні, наприклад хижі жужелиці, а угруповання втрачає здатність до саморегуляції. Ці індикаторні

показники яскраво виражені у родини Жужелиць, які найбільш надійні для визначення видів індикатора. Види цієї родини досить великі (0,5 до 10 см), представляють усі трофічні рівні, і вся група добре вивчена як систематично, так і екологічно.

Як біоіндикатори можна використовувати показники стану жужелиць, найменш спеціалізованих щодо живлення – хижаків і сапрофагів, а із рослинної лише широких поліфагів. В нашому випадку добрим індикатором порушення стану лісового насадження змішаного лісу виявилися великі хижі жужелиці роду *Carabus*.

Моделювання процесу порушення угруповань членистоногих з використанням залежності між забрудненням атмосфери сірчанам ангідридом і зміною диверсити родини Жужелиць (індекс «Н») на різній відстані дослідних ділянок від джерел забруднення показало, що процес забруднення атмосфери сірчистим ангідридом протікає швидше, ніж зменшення диверсити угруповань жужелиць. Це можна пояснити стійкістю фауни до забруднення, яка реагує на забруднення повільніше, ніж воно збільшується.

З метою визначення стійкості природного комплексу і здатності його до самовідновлення запропоновано зразок шкали, що розроблена на основі визначення зон впливу викидів хімічного заводу. Використання її на практиці дозволить, на основі оцінки стану природних комплексів, розробити заходи щодо подальшого раціонального використання цих природних екосистем, запобігання їх пошкодження і відновлення вже порушених (табл. 3).

Таблиця 3

Шкала порушення стану природних комплексів в зоні дії викидів хімічних підприємств

№	Зони впливу	Індекс диверсити «Н»	Зміни структури угруповань членистоногих	Самовідновлення	Стійкість природного комплексу
I	Дуже слабка	70 – 90 % фону	Не порушена, випадання видів, трофічні рівні не торкнуті (не порушені)	Спонтанне	Відмінна (добра)
II	Помірна	55 – 75 %	Випадання родів, порушення трофічного рівня	Спонтанне довготривале	Середня
III	Сильна	35 – 60 %	Випадання родин, порушення трофічного рівня	Дуже важке	Слабка
IV	Дуже сильна	20 – 40 % фону	Випадання рядів, порушення трофічних ланцюгів	Неможливе	Нульова

## Висновки

Встановлено, що під впливом промислових викидів хімічних підприємств відбуваються зниження чи підвищення деяких кількісних показників (чисельність і біомаса), а також в зооцентричних характеристиках окремих груп і видів.

Забруднення, хоча воно і зменшилось порівняно з попередніми роками, залишається високим, постійним і тривалим, має негативні наслідки для безхребетних тварин, що призвело до збіднення фауни членистоногих та біорізноманітності, зниження деяких характерних видів.

Оцінка ступеня забруднення біоценозів з використанням членистоногих може бути використана для розробки екологічних та санітарно-гігієнічних заходів як показника поступового покращення чи погіршення стану техногенно-трансформованої екосистеми.

1. Гиллярів М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиллярів. — М.: Наука, 1965. — 278 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Колос, 1979. — 416 с.
3. Кузнецова Л. В. Беспозвоночные животные как биоиндикатор состояния окружающей среды в Москве / Л. В. Кузнецова, Д. А. Кривоулицкий / Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. — М.: Наука, 1982, С. 54—57.
4. Кульбачко Ю. Л. Жужелицы как биоиндикаторы загрязнения почвы тяжелыми металлами в условиях степного Приднепровья / Ю. Л. Кульбачко // Тез. докл. междунар. научно – практ. конф. «Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность». — Днепропетровск: ДГУ, 1995. — Т. 2. — С. 76.

5. *Doskocil J.* Entomofauna louky a její vyvoj / J. Doskocil, K. Hurka. — Rozpravy CSAV 72 (7), 1962. — P. 3—99.
6. *Legner M.* A characterization of water quality by the protozoan growth rate / M. Legner // Proceedings of the III Internationale Conference Bioindicatores Deteriorationis Regionis. — Prague, 1980. — P. 43—48.
7. *Lesniak A.* Changes in the structures of overground communities of Carabidae, Coleoptera as bioindicators of pollution of forest environments / A. Lesniak // Proceedings of the III Internationale Conference Bioindicatores Deteriorationis Regionis. — Prague, 1980. — P. 219—222.
8. *Lewis T.* Introduction to Experimental Ecology / T. Lewis, L. R. Taylor. — London—New York: Academic Press, 1967. — P. 37—107.
9. *Shannon C. E.* The mathematical theory of communication / C. E. Shannon, W. Weaver. — Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. — P. 127.

*V. P. Stefurak, S. P. Nakonechna, O. V. Baskevich*

Ивано-Франковский национальный медицинский университет, Украина

#### МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМИШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНДИКАТОРОВ

Разработана методика биоиндикации состояния природных экосистем в зоне длительного воздействия выбросов химических предприятий с помощью членистоногих - индикаторов различного вида загрязнения и дана оценка состояния техногенно-нарушенных экосистем по состоянию группировок индикаторов. Установлено, что техногенная нагрузка на природные экосистемы приводят к снижению биомассы членистоногих и обеднение их видового разнообразия.

*Ключевые слова:* техногенная нагрузка, мониторинг, индикаторы, членистоногие, дождевые черви, видовое разнообразие, биомасса

*V. P. Stefurak, S. P. Nakonechna, O. V. Baskevich*

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine

#### MONITORING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN THE AREA OF CHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISES BY MEANS OF BIOINDICATORS

The impact on the environment is increasing with the enhanced power of chemical industry enterprises in the Precarpathian region, causing in this way the necessity of assessment of its state nowadays and in the future. Some representatives of the type of arthropods are sensitive indicators of the degree of an anthropogenic impact on natural ecosystems. A reliable indicator of the technological violation of terrestrial ecosystems is to change the number of representatives of arthropods, especially species of the family Carabidae. The total number of arthropods in aerotechnogenic polluted areas is reduced in comparison to the control at 27%. Araneae and Opiliones (Phalangida) are particularly sensitive to pollution. Beetles (Coleoptera) react to pollution differently. Their number has increased significantly being closer to a source of pollution. However, biomass has reduced in half and the number of species has declined from 17 to 11. Large predatory Carabus have been replaced by small predatory Pterostichus as a result of the environmental pollution caused by emissions of chemical plants. This fact indicates that changes in groups of arthropods is structural, their function in the natural system is not broken. The group still retains the ability to self-regulation at lower species diversity and performs inherent functions in natural systems. We propose to use Carabus coriaceus species as a bioindicator of the undisturbed or slightly disturbed natural systems in the area of chemical plant emissions. As a result of pollution, large species of Carabus are disappearing completely and are being replaced by genus Pterostichus. This genus is increasing drastically in its number. The number of arthropods ranged from 70 to 90% in experimental areas influenced by emissions of the magnesium plant. At the same time, in experimental areas near the chemical plant, the number of arthropods was 30% lower than its number in a background research area. Reducing the number of arthropods is mainly due to Araneae, Opiliones and Coleoptera. There is a higher stability of these groups in natural systems influenced by emissions of the magnesium plant. Obviously, this type of impact is not as harmful as acidic one and poor substrates are enriched with chemical elements causing diversity of arthropods and greater stability of their communities. The number of Lumbricina in contaminated soils in the second area, located within a radius of 2 km from the magnesium plant, has been decreased by 30%, and in the third area, located within a radius of 2 km from the chemical plant, has been reduced by 50% in comparison to the ground in the research area. It has been found that the members of this family are intimately connected with the chemical properties of humus horizon soil, which is a barrier to atmospheric

pollutants. Thus, the data have shown that two groups of invertebrates: Coleoptera series, especially with the family Carabidae and the family Lumbricidae can be recommended for the next bioindication researches. We can use species of genus Carabus as bioindicators which are the least specialized on supply (saprophages and predators); among herbivorous only polyphages can be used.

This article shows that changes occur under the influence of industrial emissions of chemical plants, especially in decrease or increase of certain quantitative indicators (number and biomass), as well as zoocenosis characteristics of individual groups and species.

*Keywords: human impacts, monitoring, bioindicators, arthropods, earthworm, species diversity, biomass*

Рекомендує до друку

Надійшла 06.10.2015

В. В. Грубінко

УДК 574

О. М. ФЕДУН

Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка  
вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів, 14013

## **ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ОРНІТОФАУНИ ОЧИСНИХ СПОРУД М. ЧЕРНІГОВА У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД**

Дослідження зимової орнітофауни проводили на території очисних споруд м. Чернігова упродовж 2006–2013 рр. Зареєстровано 51 вид птахів з 26 родин і 10 рядів. Максимальна кількість видів і різноманіття екологічних груп птахів відмічені на очисних Чернігівського ВУЖКХ. Основу зимового населення птахів формують осілі птахи - 36 видів. Домінували птахи дендрофільної і гідрофільної груп.

*Ключові слова: орнітофауна, екологічна структура, очисні споруди, м. Чернігів*

Техногенні гідросистеми виконують роль територій, де відбувається формування нових середовищ існування біоти. Одним з прикладів техногенних гідросистем можуть бути очисні споруди, які відіграють важливу роль в підтримці видового різноманіття не тільки птахів водно-болотного комплексу, але й інших екологічних груп. Багатьма дослідниками відзначалася позитивна роль промислових водойм у формуванні зимівель птахів. [2; 3; 4; 5;]. У нашій роботі, ми аналізуємо закономірності розподілу птахів різних екологічних груп на територіях очисних споруд м. Чернігова.

### **Матеріал і методи досліджень**

Фауну птахів на об'єктах систем очищення стічних вод міста Чернігова (очисні споруди водного управління житлово-комунального господарства (ВУЖКГ та фабрики первинної обробки вовни (ФПОВ), досліджували з середини листопада до середини березня впродовж 2006-2013 років за загальноприйнятою методикою [1]. Площу очисних споруд розраховували за даними обласного управління екології в Чернігівській області, з використанням GPS навігатора та комп'ютерних програм Google Earth та Mapinfo Professional. Систематичне положення птахів подано за "Конспектом орнитологической фауны России и сопредельных территорий" [6], видові назви – за списком українських наукових назв птахів, затверджених Комісією із зоологічної термінології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України [7]. Осілими вважали види, які гніздяться, або зустрічалися на території очисних в гніздовий період (т. з. відвідувачі) і взимку. Зимуючими - вважали види, які зустрічалися на території очисних лише в зимовий період.

### **Результати досліджень та обговорення**

На території очисних споруд Чернігова в зимовий період виявлено 51 вид птахів, що становить близько 18,9% від загальної чисельності видів, які зустрічаються на території області.

Таксономічно вони представлені 10 рядами, 26 родинами. За кількістю видів переважають горобцеподібні (*Passeriformes*) – 34 види. В тому числі відмічені представники рядів гусеподібні (*Anseriformes*) – 6 видів, дятлоподібні (*Piciformes*) та соколоподіні - (*Falconiformes*) по 3 види (таблиця).

Ядро зимового населення птахів формують птахи, які вважаються осілими (36 видів), їх частка в загальній чисельності становить (90%), тоді як 15 видів, це птахи, що зустрічаються на території очисних лише в зимовий період частка (10%). Неодноразово відмічалось, що очисні споруди, є місцем де окремі популяції перелітних птахів частково змінюють характер перебування і частина типово перелітних птахів регулярно чи періодично лишаються на зимівлі і змінюють свій статус на осілий. На досліджених територіях їх нараховується 10 видів: пірникоза мала (*Podiceps ruficollis* Pall.), чапля сіра (*Ardea cinerea* L.) крижень (*Anas platyrhynchos* L), черні червоноголова (*Aythya fuligula* L.) та чубата (*Aythya ferina* L.), пастушок (*Rallus aquaticus* L.), рибалочка (*Alcedo atthis* L.), волове очко (*Troglodytes troglodytes* L.), чорниш (*Tringa ochropus* L.), дрізд чорний (*Turdus merula* C. L. Brehm).

Таблиця

Видовий склад, відносна щільність (в %) орнітофауни очисних споруд в зимовий період

	Вид	I	II	Характер перебування	Тип живлення	Ландшафтно-біотопічна приналежність
Пірникоза мала	<i>Podiceps ruficollis</i> Pallas, 1764	0,56		о	зф	гф
Чапля сіра	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	0,09		о	зф	гф
Гуска білолоба	<i>Anser albifrons</i> Scopoli, 1769	0,06		з	пф	гф
Крижень	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	23,74		о	пф	гф
Свищ	<i>Anas strepera</i> Linnaeus, 1758	0,03		з	пф	гф
Чернь червоноголова	<i>Aythya ferina</i> Linnaeus, 1758	3,61		о	пф	гф
Чернь чубата	<i>Aythya fuligula</i> Linnaeus, 1758	0,06		о	пф	гф
Гоголь	<i>Bucephala clangula</i> Linnaeus, 1758	0,03		з	пф	гф
Яструб великий	<i>Accipiter gentilis</i> Linnaeus, 1758	0,09		о	зф	дф
Канюк звичайний	<i>Buteo buteo</i> Linnaeus, 1758	0,25		о	зф	дф
Зимняк	<i>Buteo lagopus</i> Pontoppidan, 1763	0,12		з	зф	дф
Куріпка сіра	<i>Perdix perdix</i> Linnaeus, 1758	1,84		о	фф	лп
Пастушок	<i>Rallus aquaticus</i> Linnaeus, 1758	0,06		о	зф	гф
Чорниш	<i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	0,03		о	зф	гф
Рибалочка звичайний	<i>Alcedo atthis</i> Linnaeus, 1758	0,03		о	зф	гф
Дятел сивий	<i>Picus canus</i> Gmelin, 1788	0,12		о	зпф	дф
Дятел великий строкатий	<i>Dendrocopos major</i> Linnaeus, 1758	0,25	1,56	о	зпф	дф
Дятел малий	<i>Dendrocopos minor</i> Linnaeus, 1758	0,12	2,34	о	зпф	дф
Щеврик лучний	<i>Anthus pratensis</i> Linnaeus, 1758	0,03		з	зф	гф
Сорокопуд сирій	<i>Lanius excubitor</i> Linnaeus, 1758	0,12	3,13	з	зф	лп
Шпак звичайний	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	0,37		о	пф	дф
Сойка	<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	0,25	1,56	о	пф	дф
Сорока	<i>Pica pica</i> Linnaeus, 1758	0,65	1,56	о	пф	дф

## ЕКОЛОГІЯ

Крук	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	0,25	5,86	о	пф	дф
Ворона сіра	<i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758	10,33		о	пф	дф
Галка	<i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758	8,37		о	пф	дф
Грак	<i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758	5,57		о	пф	дф
Омелюх	<i>Bombycilla garrulus</i> Linnaeus, 1758	3,05		з	фф	дф
Волове очко	<i>Troglodytes troglodytes</i> Linnaeus, 1758	0,44		з	зпф	дф
Тинівка лісова	<i>Prunella modularis</i> Linnaeus, 1758	0,03		з	зф	дф
Вівчарик-ковалик	<i>Phylloscopus collybita</i> Vieillot, 1817	0,03		о	зф	дф
Вільшанка	<i>Erithacus rubecula</i> Linnaeus, 1758	0,03		о	пф	дф
Дрізд-чикотень	<i>Turdus pilaris</i> Linnaeus, 1758	1,74	10,16	о	пф	дф
Дрізд чорний	<i>Turdus merula</i> C. L. Brehm, 1831	0,37		о	пф	дф
Синиця вусата	<i>Panurus biarmicus</i> Linnaeus, 1758	0,25		з	зпф	гф
Синиця довгохвоста	<i>Aegithalos caudatus</i> Linnaeus, 1758	1,46	4,30	з	зпф	дф
Синиця велика	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	4,92	33,20	о	зпф	дф
Синиця блакитна	<i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758	1,46	4,30	о	зпф	дф
Гаїчка болотяна	<i>Parus palustris</i> Linnaeus, 1758	0,50		з	зпф	дф
Повзик	<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	0,81	1,56	о	зпф	дф
Підкоришник звичайний	<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758	0,25	2,73	з	зф	дф
Горобець хатній	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus, 1758	3,76		о	пф	син
Горобець польовий	<i>Passer montanus</i> Linnaeus, 1758	15,96	20,70	о	пф	син
В'юрок	<i>Fringilla montifringilla</i>	2,33		з	фф	дф
Зяблик	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	0,25		о	фф	дф
Зеленяк	<i>Chloris chloris</i> Linnaeus, 1758	0,37		о	фф	дф
Щиглик	<i>Carduelis carduelis</i> Linnaeus, 1758	0,87	4,30	о	фф	дф
Коноплянка	<i>Acanthis cannabina</i> Linnaeus, 1758	0,37		о	фф	дф
Снігур	<i>P. pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758	0,96	2,73	з	фф	дф
Костогриз	<i>C. coccothraustes</i> Linnaeus, 1758	2,08		о	фф	дф
Вівсянка звичайна	<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus, 1758	0,62		о	фф	дф
<b>Ряд</b>		10				
<b>родина</b>		26				
<b>рід</b>		39				
<b>вид</b>		51				
<b>Індекс таксономічного багатства</b>		<b>126</b>				
Характер перебування						
Тип живлення						
Ландшафтно-біотопічна приналежність						

Тут і надалі: I - Чернігівське ВУЖКГ; II - Чернігівська ФПОВ; **Характер перебування:** о – осілий; з – зимуючий; **Ландшафтно-біотопічна приналежність:** гф – гідрофіл; дф – дендрофіл; лп – лучно-польові; син – синантропи; **Тип живлення:** зф – зоофаг; фф – фітофаг; пф – поліфаг; зпф – зимовий поліфаг.

За ландшафтно - біотопічною характеристикою виділено 4 групи. Домінують дендрофіли 34 види, їх частка в загальному орнітонаселенні становить 51,67%. До гідрофілів належить 13 видів, з часткою 26,48%. Синантропи представлені 2 видами, але їх частка становить 19,8%. Найнижчі показники має лучно-польова група 2 види з (2,05%). Варто відмітити, що незамерзаючі площі біоставків очисних споруд Чернігівського ВУЖКГ є місцем концентрації представників гідрофільної групи птахів – 13 видів. Вперше тут на зимівлі відмічені чорниш, рибалочка, щеврик лучний. Завдяки постійному надходженню теплих стоків формуються особливі мікрокліматичні умови, що уможлиблює перебування представників і інших груп. Відмічені випадки зустрічі в зимовий період, вівчарика-ковалика (*Phylloscopus collybita* Vieil.), волового очка, дрозда-чикотня, дрозда чорного. Території мулонакопичувачів, взимку замерзають, але завдяки існуванню рудеральної рослинності тут концентруються зграї горобця польового (*Passer montanus* L.), та куріпка сіра (*P. perdix* L.). Домінують крижень, горобець польовий, чернь червоноголова, дрізд чикотень, пірникоза мала, волове око. На біоставках.

3 групи осілих птахів гідрофіли представлені 8 видами (15,7%), дендрофіли представлені 25 видами (49,2%), синантропи представлені 2 (3,9%) і лучно-польова група 1 (1,96%) видом. Серед видів, які зустрічаються лише на зимівлі -5 види (9,8%) є гідрофілами, дендрофіли представлені 9 (13,92%) видами, лучно-польова група включає – 1 (1,96%) вид.

Найбільше значення в трофічній структурі птахів мають поліфаги – 18 видів (72,6%). Зимові поліфаги та фітофаги при однаковій кількості по 10 видів, мають приблизно однакові показники чисельності (13,05% і 12,33% відповідно). Зоофаги (13 видів) мають найнижчу частку в структурі населення (2,02%). Оптимальні умови для зимівлі птахів створені на очисних Чернігівського ВУЖКГ. Тут зареєстровані представники усіх виділених екологічних груп. (Рис.)

#### Висновки

На території очисних споруд Чернігова в зимовий період виявлено 51 вид птахів, що становить близько 18,9% від загальної чисельності видів, які зустрічаються на території області. Зимуючі птахи відносяться до 10 рядів, 26 родин. Найбільш широко фауна і екологічні групи представлені на очисних спорудах Чернігівського ВУЖКГ. Тут зустрічається 100% видів фауни очисних споруд. Очисні споруди сприяють розширенню осілості серед окремих видів птахів.

1. Гудина А. Н. Методы учета гнездящихся птиц: картирование территорий / А. Н. Гудина. — Запорожье: Дикое поле, 1999. — 241 с.
2. Давиденко И. В. Зимовка птиц в районе очистных сооружений г. Киева зимой 2000/2001 гг. / И. В. Давиденко, А. В. Сыпко // Авіфауна України. Додаток до журналу Беркут. — 2002. — Вип. 2. — С. 70—73.
3. Кошелев А.Н. Состояние крупнейшей в СССР зимовки камышницы под Одессой / А. И. Кошелев // Экология и поведение птиц. — М.: Наука, 1988. — С. 208—213.
4. Москвичей А. Н. Обзор современной зимней фауны неворобьиных птиц Ульяновской области / А.Н.Москвичёв // Бутурлинский сборник: Ульяновск: Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2003. — С. 180—195.
5. Наукові назви птахів України, затверджені Комісією із зоологічної термінології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України (протокол № 5 від 03.05.2007 р.) [доступ до електронного джерела з [http://www.izan.kiev.ua/term\\_com/aves.htm](http://www.izan.kiev.ua/term_com/aves.htm) 17.09.2012].
6. Спиридонов С. Н. Орнитофауна техногенных водоемов в зимний период / С. Спиридонов // Экологический сборник 2: Труды молодых ученых Поволжья / под ред. проф. С. В. Сахсонова. — Тольятти: ИЭВБ РАН, «Кассандра», 2009. — С. 182—185.
7. Степанян Л. С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий / Л. С. Степанян.— М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. — 808 с.



*О. М. Федун*

Черниговский национальный педагогический университет имени Т. Г. Шевченко

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОРНИТОФАУНЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
Г. ЧЕРНИГОВА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

На протяжении 2006–2013 гг. исследовали зимнюю орнитофауну очистных сооружений г. Чернигова. Был зарегистрирован 51 вид птиц из 26 семейств и 10 отрядов. Показано, что птицы распределены неравномерно. Максимальное количество видов и разнообразие экологических групп отмечены на очистных Черниговского ВУЖКХ. На очистных сооружениях доминировали птицы из групп дендрофилов и гидрофилов.

*Ключевые слова:* орнитофауна, видовой состав, экологическая структура, очистные сооружения, г. Чернигов

*O. M. Fedun*

Taras Shevchenko Chernihiv National Pedagogical University

ECOLOGICAL STRUCTURE OF THE BIRD POPULATION OF CHERNIHIV'S TREATMENT  
PLANTS IN WINTER

The research of winter avifauna of waste water treatment plants of the town of Chernihiv was being conducted during 2006-2013. 51 species of birds from 26 families and 10 orders were recorded. The greatest number of species among passerines (Passeriformes) - 34 species, anseriformes (Anseriformes) - 6 types, piciformes (Piciformes) and falconiformes - (Falconiformes) 3 species of each group. According to the way of life there are two groups: **settled** and wintering. 15 species refer to the wintering group. Among the settled ones, dendrophils dominated with 25 species (fraction of the total population is 42,48%) hidrophils are represented by 8 species (26,11%) synanthropes comprise 2 species (19,8%) and the field group includes 1 species (1,96%). Among the wintering species, dendrophils are dominated with 9 species (13.92%), hidrophils are represented by 5 species (0.37%), the field group includes 1 species (1.96%). In the trophic structure of birds, polyphages have an advantage - 28 species (the fraction of the total number is 85.65%), zoophages are represented by 13 species, but they have the lowest fraction in the bird population structure - 2.02%. Phytophags are represented by 10 species (their fraction of the total is 12,33%). The most favorable conditions for birds' wintering are formed at waste water treatment plants of VUZHKH of the town of Chernihiv.

*Keywords:* winter avifauna, species composition, ecological structure, waste water treatment plants, Chernihiv town

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 04.02.2016

# БІОХІМІЯ

УДК 579.64:632.3:581.132: 58.035:581.2: 635.07

Г. Б. ГУЛЯЄВА, О. О. ЛИТВИНЧУК

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

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗБУДНИКА ПЛЯМИСТОСТІ ПЕРЦЮ *XANTHOMONAS VESICATORIA* НА АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ**

---

В статті проаналізовано дані щодо дослідження впливу штучного інфікування штамми збудника бактеріальної плямистості перцю роду *Xanthomonas* на фотохімічну активність листків рослин перцю овочевого чотирьох сортів – Дружок, Лада, Світлячок та Світозар. Виявлено, що патогенна дія штамів збудника на фотосинтетичний апарат рослин перцю різних сортів обумовлена зниженням ефективності поглинання квантів світла у процесі фотосинтезу, завдяки скороченню вмісту фотохімічно активного хлорофілу в листках. Найбільш стійким до ураження досліджуваними патогенними штамми виявився сорт Лада, а більш вразливими – сорти Світозар і Світлячок.

*Ключові слова:* *Capsicum annuum L.*, перець овочевий, *Xanthomonas vesicatoria*, бактеріальна плямистість перцю, індукція флуоресценції хлорофілу

Перешкодою для отримання високоякісної продукції перцю є хвороби, зокрема бактеріальні, які викликають щонайменше як 12 видів бактерій [10]. Серед найбільш розповсюджених збудників є *Xanthomonas vesicatoria*, що викликає чорну бактеріальну плямистість перцю. Збудник уражує листя, черешки, стебла, плоди. Спочатку, на нижній поверхні листка з'являються невеликі плями. Пізніше плями приймають кутасту форму або залишаються округлими, тканина центральної частини жовтіє або чорніє, висихає та випадає, утворюючи в листках дірки з вузькою темно-коричневою або жовтою облямівкою. На плодах з'являються випуклі чорні плями з водонасиченою облямівкою, що збільшуються до 6-8 мм. В зв'язку із цим дослідження ураження фітопатогенними мікроорганізмами та їх шкодочинна дія є підґрунтя для пошуку заходів захисту, зокрема від ураження плодів перцю як у вегетаційний період, так і надалі – для подовження строків зберігання отриманого урожаю.

Відомо, що продуктивність біомаси рослин тісно пов'язана із їх фотосинтетичною активністю [3]. Тому, актуальним є дослідження фізіологічної реакції рослин за впливу фітопатогенів, зокрема, на фотохімічну активність листків.

Метою роботи є дослідження фотохімічної активності листків перцю овочевого, ураженого різними штамми збудника чорної плямистості перцю *Xanthomonas vesicatoria*, методом індукції флуоресценції хлорофілу.

### Матеріал і методи досліджень

Рослини перцю сортів Дружок, Лада, Світлячок та Світозар вирощували у вегетативних дослідах на сірому опідзоленому ґрунті в умовах теплиці до фази повної стиглості плодів. Штучне інфікування бактеріальною суспензією збудника плямистості перцю різними за походженням штамами проводили у фазу наливу плодів різних сортів штамами *Xanthomonas vesicatoria*: 33 і 45 – виділені з перцю та 7862 – виділені з томату.

Схема досліду: I. К- Контроль (неінокульовані рослини перцю); II. Варіанти інокуляції: 1- шт. 33 на перці сорту Дружок; 2- шт. 33 на перці сорту Лада; 3- шт. 33 на перці сорту Світлячок; 4- шт. 45 на перці сорту Дружок; 5 – шт. 45 на перці сорту Лада; 6 - штама 45 на перці сорту Світозар; 7 – шт. 7862, виділений із томату на перці сорту Дружок; 8 – шт. 7862 на перці сорту Світозар; 9 – шт. 7862 на перці сорту Світлячок; 10 – шт. 7862 на перці сорту Лада. Повторність у досліді 3-х кратна.

Фотохімічну активність листків досліджували біофізичним методом індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) за допомогою портативного приладу «Floratest», сконструйованого у Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України [11]. Темнова адаптація перед вимірюванням становила 20 хв. Повторюваність вимірювань у досліді 5-кратна. Отриманий масив цифрових даних обчислювали і представляли у графічному вигляді (кривих Каутського). Розраховували наступні параметри флуоресценції хлорофілу: фонові флуоресценція ( $F_0$ );  $F_v$  – варіабельна флуоресценція хлорофілу ( $F_v = F_m - F_0$ );  $F_v/F_m$  - квантовий вихід фотохімічного перетворення енергії;  $K_{pl}$  - кількість Qb-невідновлювальних комплексів, що не приймають участь у лінійному транспорті електронів  $K_{pl} = (F_{pl} - F_0)/(F_m - F_0)$ ; коефіцієнт індукції ( $K_i = (F_m - F_t)/F_m$ ), що корелює із активністю рибульозобісфосфаткарбоксилази (основного ферменту циклу Кальвіна)[1, 5]. Обчислювання масиву дослідних даних робили за допомогою електронних таблиць Excel.

### Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що ізоляти *X.vesicatoria* – 33 і 45, виділені з перцю при штучному зараженні, викликають характерні ознаки ураження на всіх 4 сортах перцю. При цьому у різному ступені уражуються листя, стебла і плоди. За штучної інокуляції на плодах перші симптоми з'явилися на 3-4 добу у вигляді випуклих, темно-зелених круглих плям діаметром до 2 мм, з водянистою обляміркою. На листі та стеблах симптоми з'явилися пізніше на – 10-12 добу. На листі у вигляді блідо-коричневих з жовтуватою обляміркою плям. На стеблах плями видовжені, чорні (рис. 1).



Рис. 1. Прояви штучного зараження плодів, листя та живців перцю овочевого штамами *X. vesicatoria*.

За штучної інокуляції рослин колекційним штамом *X. vesicatoria* 7862, виділеним із томату симптоми з'являлися на плодах сортів Дружок, Світозар. Листя сортів Світозар та Світлячок мали слабкі ознаки ураження.

У наступному етапі нашої роботи визначені дані фотохімічної активності листків перцю різних сортів за дії патогенних штамів роду *Xanthomonas* і побудовані криві ІФХ (криві Каутського) (рис. 2).

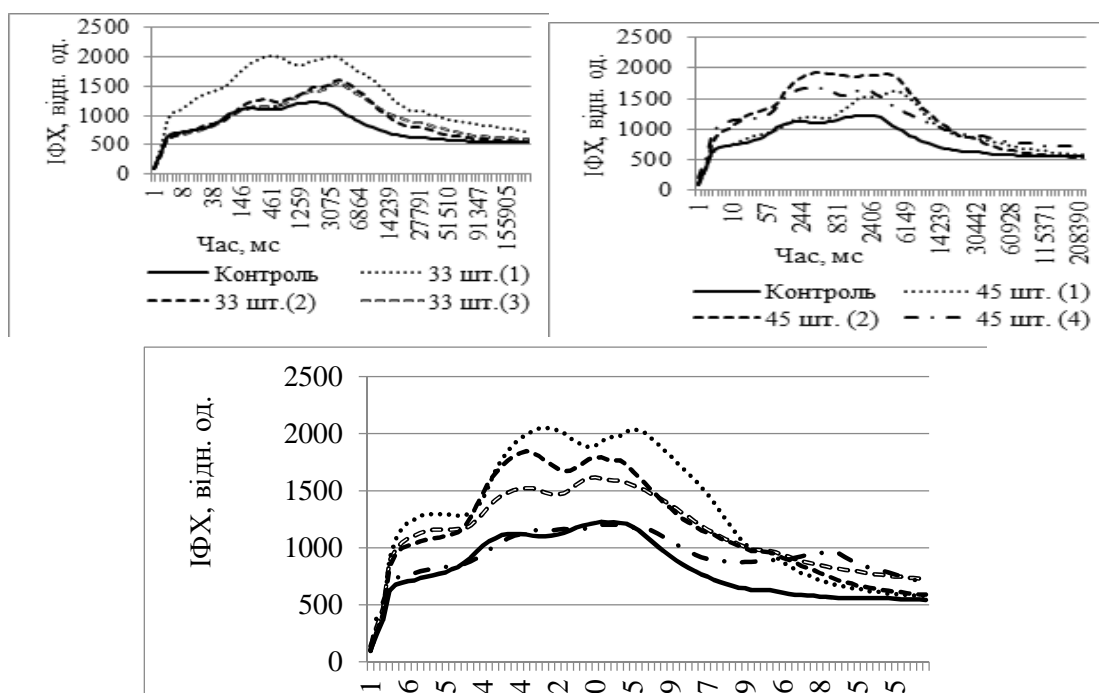


Рис. 2. ІФХ листків перцю різних сортів за дії штамів збудника плямистості перцю (Інокульовані штамами *X.vesicatoria* сорти перцю: (1)- Дружок; (2)- Лада; (3)- Світлячок; (4) – Світозар).

Показано, що збільшення рівня ІФХ інфікованих рослин по відношенню до інтактних рослин контролю відбувалося на всіх варіантах досліду, але не в однаковому ступені. Для з'ясування ступеню ушкодження фотосинтетичного апарату перцю за дії фітопатогенів розраховували критичні флуоресцентні параметри, зміни яких відображені на рис. 3 і 4. Величина фонові флуоресценції зростала в листках рослин, інокульованих штамами збудника плямистості перцю, від більшого до меншого в такому порядку: Дружок (шт.7862 і 33), Світозар (шт.45), Світлячок (шт.7862), Лада (шт. 7862 і 45), Світозар (шт.7862) та Дружок (шт.45) (тенденція) (див. рис. 3).

Відомо, що у сприятливих умовах рівень фонові флуоресценції, що йде при відкритих реакційних центрах, сягає не більше 3 %, але за дії будь-яких стресових чинників - підвищення температури, дефіциту живлення, дія фітопатогенів та ін. його величина зростає, а отже зменшується частка поглинутої енергії збудження, яка проходячи крізь електрон транспортний ланцюг, залучається у темнових процесах фіксації вуглецю [12-14]. Але таке зростання  $F_0$  відмічене не у всіх досліджуваних листках перцю, оскільки за інфікування шт. 33 сорту Лада і Світлячок фонові флуоресценція дорівнювала її величині в листках контрольних рослин.

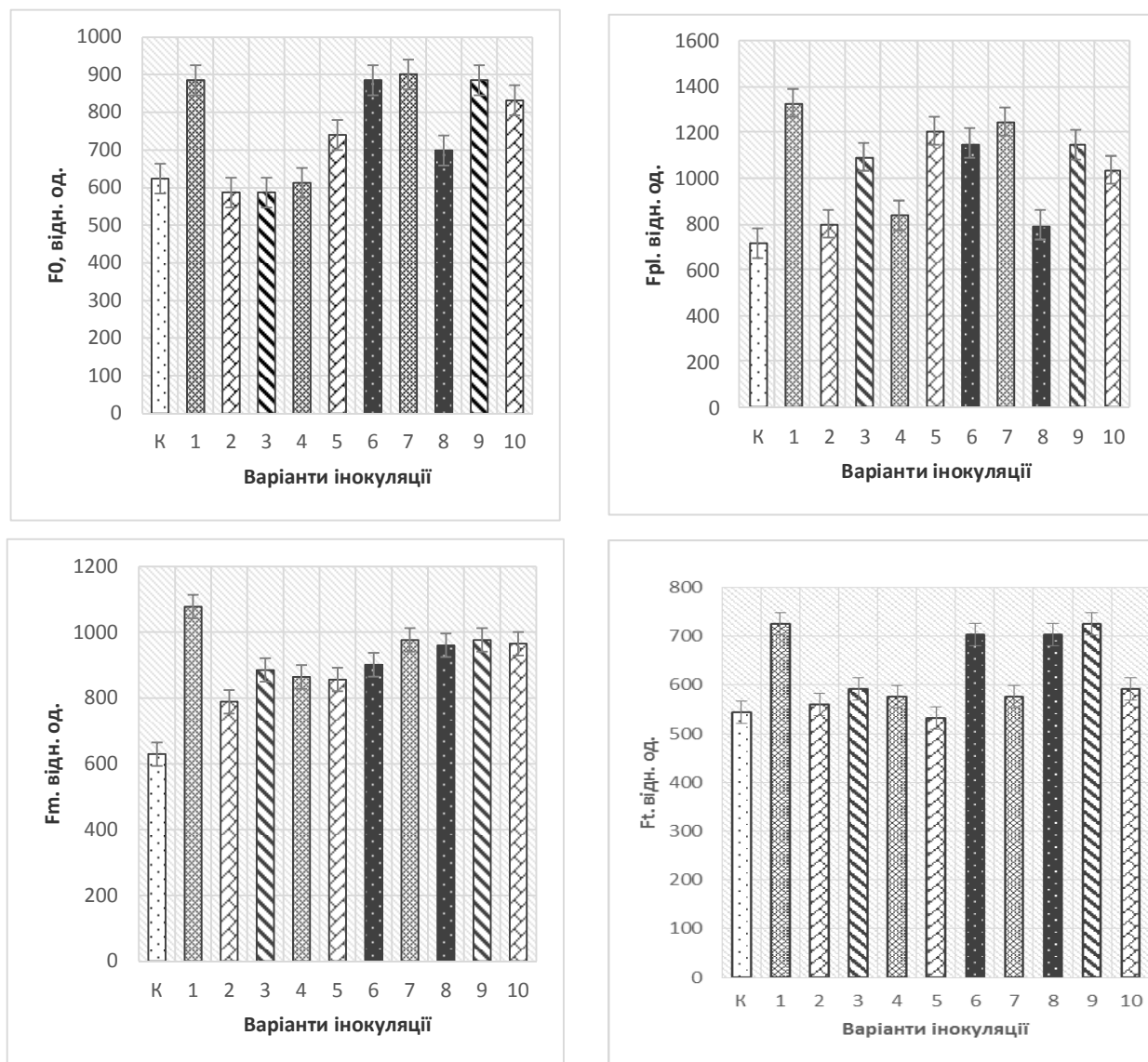


Рис. 3. Зміни параметрів флуоресценції хлорофілу  $F_0$ ,  $F_{pl}$ ,  $F_m$ ,  $F_t$  за дії різних штамів збудника плямистості перцю. (К-Контроль; 1-10 - інокуляція сортів перцю штамми збудника: Дружок -1 (шт. 33), 4 (шт. 45), 7 (шт. 7862); Лада – 2 (шт. 33), 5 (шт. 45); 10 (шт. 7862); Світлячок – 3 (шт. 33), 9 (шт. 7862); Світозар 6 (шт. 45); 8 (шт. 7862).

Також відмічене зростання рівня  $F_m$  – максимуму флуоресценції – тої, що йде при закритих центрах на всіх варіантах інокуляції і відповідає відновленості основного переносника електронів ФС II хінної природи -  $Q_A$ . Найбільш суттєве зростання цієї величини було відмічене за інфікування 33 шт. в листках перцю сорту Дружок (на 71 %) (див. рис. 3). Разом з тим, зростання параметра  $F_t$ , що свідчить про сповільнення відтоку електронів й погіршення їх передачі на процеси темної фіксації вуглецю, відбувалося на більшості варіантів інфікування. Причому, найбільш суттєвого впливу на цей показник зазнав фотосинтетичний апарат рослин сорту Дружок за дії шт.33, Світлячок за дії шт.7862 та Світозар за дії штамів – 45 та 7862. Разом із тим, рослини перцю сорту Лада за цим показником виявилися найбільш стійкими, оскільки дія штаму 33 за цим параметром була на рівні контролю, а штаму 45 навіть дещо знижувалася.

Зростання показника  $F_{pl}$  за дії інфікування патогенними штамми рослин перцю різних сортів відбувалося у наступній послідовності (від більшої до меншої величини): Дружок (шт.33 і шт.7862), Лада (шт.45), Світозар (шт.45), Світлячок (шт. 33 і 7862), Лада (шт.7862), Дружок

(шт.45), Лада (шт.33), Світозар (шт.7862), що свідчить про блокування електронного транспорту за умов інфікування.

Отже, показаний суттєвий ріст інтенсивності показників  $F_0$ ,  $F_m$  та  $F_t$  в листках рослин перцю сортів Дружок і Світлячок за дії 33 і 7862 штамів та Світозар за дії штамів 45 і 7862. Такі зміни індукції флуоресценції зумовлені збільшенням концентрації неактивного хлорофілу, який не передає енергію збудження реакційним центрам. Цей процес супроводжується зростанням «інтеграла індукційних втрат», тобто зниження ефективності залучення квантів у процесі фотосинтезу, що висвічуються у повільних фазах індукційної кривої. Помірно стійкішим до інфікування штамом 33 виявився сорт Світлячок, а до штаму 45 помірно стійкість виявив сорт Дружок. Найбільш стійким до інфікування штамми 33 і 45 виявився сорт Лада.

Показано також зростання параметру  $K_{pl}$ , що відповідає кількості Qb-невідновлювальних комплексів, що не беруть участь у лінійному транспорті електронів, особливо за інфікування 33 штамом рослин перцю сорту Світлячок де цей показник підвищувався у п'ять разів, в той час як за дії шт. 7862 на сорт Світозар і Лада зростання цього показника було помірним – на 22,2 і 16,7 відповідно (див. рис.4). Відомо, що деяка кількість цих комплексів (близько 20%) існує у динамічній рівновазі між деградацією і відновленням ФС II, але стресові умови зрушують цю рівновагу у бік сповільнення їх відновлення чи деструкції акцепторного боку ФС II [5]. Отже за цим показником можна розташувати інфіковані різними штамми сорти рослин перцю у наступному порядку за ступенем стресової дії: Світлячок (шт.33 та шт.7862), Лада (шт.45), Дружок (шт.33 та шт.45), Світозар (шт.45), Лада (шт.33), Дружок (шт.7862), Світозар (шт.7862), Лада (шт.7862) (див. рис. 4).

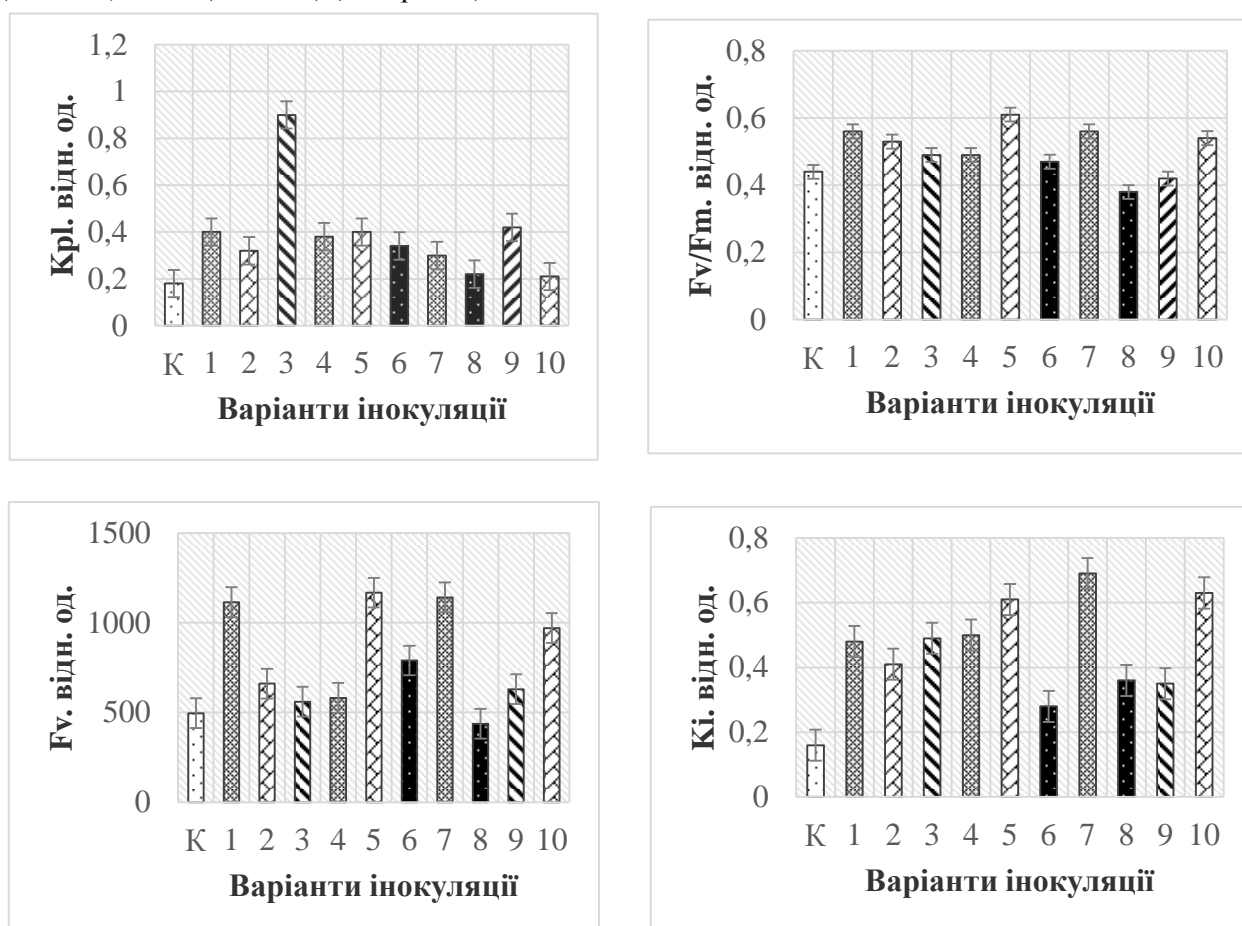


Рис.4. Зміни параметрів флуоресценції хлорофілу  $K_{pl}$ ,  $F_v/F_m$ ,  $F_v$  та  $K_i$  за дії різних штамів збудника плямистості перцю. (К-Контроль; 1-10 - інокуляція сортів перцю штамми збудника: Дружок -1 (шт. 33), 4 (шт. 45), 7 (шт. 7862); Лада – 2 (шт. 33), 5 (шт. 45); 10 (шт. 7862); Світлячок – 3 (шт. 33), 9 (шт. 7862); Світозар 6 (шт. 45); 8 (шт. 7862).

Разом із тим, розрахунки величини  $F_v/F_m$ , що відповідає квантовому виходу фотохімії показали зниження цього показника лише за дії штаму 7862 на сорти перцю Світозар і Світлячок (тенденція). В усіх інших випадках ця величина зростала в наступному порядку (від більшого до меншого значення): Лада (шт.45), Дружок (шт.7862, шт.33), Лада (шт.7862), Світлячок (шт.33), Дружок (шт.45), Світозар (45), Світлячок (шт.7862), Світозар (шт.7862). Варіабельна флуоресценція також збільшувалася за умов інфікування на всіх варіантах (окрім варіанту інокуляції сорту Світлячок шт.7862), що також свідчить про блокування переносу електронів у «швидкій» фазі - між  $Q_A$  і  $Q_B$  [9, 11]. Розрахунки індукційного коефіцієнта, що відповідає ефективності темнових реакцій фотосинтезу показали його зростання у послідовності від більшого до меншого: Дружок (шт.7862), Лада (шт.7862, шт.45), Світлячок (шт.33), Дружок (шт.45, шт.33), Лада (шт.33), Світозар (шт. 7862), Світлячок (шт.7862), Світозар (шт.45). Ймовірно, що таке зростання ефективності РБФК, а отже і циклу Кальвіна є адаптивним, що спричинено регуляторною підтримкою, на фоні зростання відносної кількості  $Q_B$ -невідновлювальних комплексів. Таке активування на короткому проміжку часу може бути сприятливим, але на більш тривалому - призводить до виснаження систем, що підтримують гомеостаз та порушення метаболізму рослини.

### Висновки

Отже, штами збудника чорної плямистості перцю овочевого *X.vesicatoria* з різною інтенсивністю діяли на фотохімічну активність листків, знижуючи кількість фотохімічно активного хлорофілу, завдяки чому блокувався електронний транспорт у електрон-транспортному ланцюгу швидкої фази фотосинтезу. Перебування рослин у стані стресу підтверджує зростання за умов інфікування кількості  $Q_B$ -невідновлювальних комплексів, що не беруть участь у лінійному транспорті електронів. Фотосинтетичний апарат рослин перцю сорту Дружок і Світлячок за дії 33 і 7862 штамів та Світозар за дії штамів 45 і 7862 характеризувався зростанням «інтеграла індукційних втрат», що відповідає зниженню ефективності залучення квантів світла у процесі фотосинтезу. Найбільш стійким до дії збудників штамів 33 і 45 виявилися рослини перцю сорту Лада. В той же час, на даному етапі ураження патогеном регуляторна система фотосинтетичного апарату рослин уражених більшістю штамів реагувала зростанням кількості фотохімічно активних комплексів ФС II, окрім інфікування штамом 7862 рослин перцю сорту Світозар, в листках якого почалися процеси деградації світлозбиральних комплексів за помірного підвищення активності РБФК. Така ж тенденція спостерігалася у листках сорту Світлячок. Активація карбоксилювання за впливу збудника плямистості перцю може бути викликана акцепторною дією патогенних бактеріальних штамів, що використовують продукти вуглеводного метаболізму рослини у якості поживного середовища. З часом, таке активування на фоні зниження фотохімічно активного хлорофілу призведе до виснаження регуляторної системи й поглиблення процесів деградації фотосинтетичного апарату, а також загального пригнічення біосинтетичних процесів та зниження стійкості до біотичних факторів, що у підсумку погіршує якісні і кількісні показники урожаю перцю.

1. *Брайон О. В.* Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: Методичні вказівки для студентів біологічного факультету / [Брайон О. В. Корнєєв Д. Ю., Снегур О. О., Китаєв О. І.]. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. — 15 с.
2. *Бухов Н. Г.* Механизмы и функции альтернативных путей переноса электронов в хлоропласте, связанные с ФС I / Н. Г. Бухов, Е. А. Егорова // Физиология растений. — 2006. — Т. 53, № 5. — С. 645-657.
3. *Гуляев Б. И.* Фотосинтетическая продуктивность агроэкосистем / Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. — 2003. — Т. 35, № 5. — С. 371—381.
4. *Китаєв О. І.* Про хлорофіломіри / О. І. Китаєв // Садівництво по-українськи. — К., 2014. — № 4. — С. 66—68.
5. *Кирик М. М.* Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / [М. М. Кирик, Ю. М. Таранухо, М. П. Таранухо та ін.] // Вісник аграрної науки. — 2011. — № 10. — С. 26—28.

6. Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д. Ю. Корнеев. — К.: Альтерпрес, 2002. — 191 с.
7. Портативний флуорометр «Флоротест»: настанова з експлуатації. — Інститут Кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, 2013. — 24 с.
8. Рибейро Р. В. Фотохимическая реакция листьев фасоли на тепловой стресс после предварительного водного дефицита / Р. В. Рибейро, М. Г. Сантос, Е. С. Мачадо, Р. Ф. Оливейра // Физиология растений. — 2008. — Т. 55, № 3. — С. 387—396.
9. Фітопатогенні бактерії, бактеріальні хвороби рослин: монографія / [Р. І. Гвоздяк, Л. А. Пасічник, Л. М. Яковлева та ін.]; за ред. В. П. Патики. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
10. Baena-Gonzalez E. Deletion of the tobacco plastid psb A gene triggers an upregulation of the thylakoid-associated NAD(P)H dehydrogenase complex and the plastid terminal oxidase (PTOX) / [Baena-Gonzalez E, Allahverdiyeva Y, Svab Z, Maliga P et al.] // Plant Journal. — 2003. — September. — Vol. 35, №. 6. — P. 704—716.
11. Joshi M. Chlorophyll a Fluorescence as a Probe of Heavy Metal Ion Toxicity in Plants – In: Chlorophyll fluorescence: a signature of photosynthesis / [M. Joshi, P. Mohanty]; ed. by Papageorgiou GC, Govindjee. — Springer. — The Netherlands, Dordrecht, 2004. — P. 447—461.
12. Joshi M. Probing photosynthetic performance by chlorophyll a fluorescence: Analysis and interpretation of fluorescence parameters / M. Joshi, P. Mohanty // J. Sci. Ind. Res. — 1995. — Vol. 54. — P. 155—174.
13. Henriques F. S. Leaf Chlorophyll Fluorescence: Background and Fundamentals for Plant Biologists/ F. S. Henriques // Bot. Rev. — 2009. — Vol. 75. — P. 249—270.
14. Schreiber U. Chlorophyll fluorescence as a non-intrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. — In: Ecophysiology of photosynthesis . (Ecological Studies, vol 100) / U. Schreiber, W. Bilger, C. Neubauer; ed. by Schulze E.D., Caldwell, M.M. — Springer. — Berlin, Heidelberg, New York, 1994. — P. 49—70.

*А. Б. Гуляева, А. А. Литвинчук*

Інститут мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПЯТНИСТОСТИ ПЕРЦА *XANTHOMONAS VESICATORIA* НА АКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

В статье проанализированы данные исследования по влиянию искусственного инфицирования штаммами возбудителя бактериальной пятнистости перца рода *Xanthomonas* на фотохимическую активность листьев растений перца овощного четырех сортов - Дружок, Лада, Светлячок и Светозар. Выявлено, что патогенное действие штаммов возбудителя на фотосинтетический аппарат растений перца разных сортов обусловлено снижением эффективности поглощения и использования энергии квантов света в процессе фотосинтеза, за счет сокращения содержания фотохимически активного хлорофилла в листьях. Наиболее устойчивым к влиянию исследуемых патогенных бактериальных штаммов оказался сорт Лада, а наиболее уязвимыми - сорта Светозар и Светлячок.

*Ключевые слова:* *Capsicum annuum L., перец овощной, Xanthomonas vesicatoria, бактериальная пятнистость перца, индукция флуоресценции хлорофилла*

*А. В. Gulyaeva, A. A. Litvinchuk*

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NAS, Ukraine

#### RESEARCH OF THE INFLUENCE OF PEPPER PATHOGEN SPOT *XANTHOMONAS VESICATORIA* ON THE ACTIVITY OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS

Pepper vegetable plants of four varieties Druzhok, Lada, Svitliachok and Svitozar grown within the greenhouse environments were artificially infected with different strains *Xanthomonas vesicatoria*: 33 and 45 – extracted from pepper and 7862 - extracted from tomato. The phenological observation of the bacterial spot development showed the presence of characteristic features on all the plants of studied varieties which were infected with pathogenic strains extracted from pepper. The symptoms of the affection in the form of convex dark-green roundish patches of watery borders firstly appeared on the pepper products – on 3-4 days after the infection and much later on the stems and leaves – on 10-12 days. The infection features of in the form of spots on different plant organs were slightly different in shape and color - pale brown with yellowish border located on the leaves and elongated black ones



placed on the stems. The plants being inoculated by strains extracted from tomato, symptoms of the infection were observed on the plants of pepper varieties Druzhok and Svitozar, while the leaves of plants Svitozar and Svitliachok varieties had mild symptoms of the infection.

In parallel we investigated the photochemical activity of pepper leaves of the following varieties by means of the method of induction of chlorophyll fluorescence using a portable device «Floratest». It has been found the increased level of chlorophyll fluorescence in the infected plants according to the control, at the same time fluorescent indicators varied in size. As a result of the infection on the photosynthetic apparatus of pepper plants of different varieties, a significant increase of parameters  $F_0$ ,  $F_m$  and  $F_t$  was observed in leaves. It should be noted that the increase of the parameter  $F_t$  indicated a slowdown in the outflow of electrons and transmission reduction of processes of dark carbon fixation, which took place in leaves of most infected plants. The variety Svitliachok had moderate resistant to the infection of strain 33 and the variety Druzhok demonstrated moderate resistance to strain 45. In most plants of the variety Lada, which appeared to be more resistant to affection, this parameter remained at the control under inoculation by strain 33 and slightly decreased under the action of strain 45. The observed changes of fluorescent parameters in pepper plants of the varieties Druzhok and Svitliachok under the action of 33 and 7862 strains and of variety Svitozar – under the infection of 45 and 7862 strains indicate an increase of inactive chlorophyll concentration, that does not transfer the excitation energy to reaction centres, and the reduced efficiency of absorption and utilization of quanta light energy during photosynthesis. We observed the increase of number of non-renewable Qb-complexes that do not participate in the linear electron transport, which confirms the stress for plants under the infection.

The pathogenic effect of strains *X.vesicatoria* on the photosynthetic apparatus of different varieties of pepper plants caused a significant increase of chlorophyll fluorescence emission which corresponds to reduction of efficiency of absorption and utilization of energy light quanta in the photosynthesis process by means of the method of chlorophyll fluorescence induction.

However, the regulatory system of the photosynthetic apparatus of pepper plants in their more resistant varieties react adaptively to increasing of the number of photochemical activity complexes of PS II, except the infection of pepper plants of the variety Svitozar by strain 7862, in the leaves of which the processes of degradation of light-harvesting complexes have begun.

Calculations of  $F_v / F_m$  parameters corresponding to the quantum yield of photochemistry and the number of photochemically active complexes PSII showed its increasing under the artificial infection of most studied varieties of plants. This reaction of the regulatory system of the photosynthetic apparatus is adaptable to more resistant varieties of pepper. An increase of the number of photophysical complexes PS II occurs as follows (from high to low parameters): Lada (strain 45), Druzhok (strains 7862 and 33), Lada (strain 7862), Svitliachok (strain 33), Druzhok (strain 45) Svitozar (strain 45), Svitliachok (strain 7862), except the pepper plants of the variety Svitozar infected by strain 7862, the leaves of which have started their light-degradation complexes. The increased variable fluorescence for the infection of studied strains (except the variety Svitliachok inoculated by strain 7862) indicates the blocking of electron transfer in the «fast» phase - between  $Q_A$  and  $Q_B$ . At the same time there was an increase of the induction coefficient, whose parameter correlates closely with RBPK activity - the main limiting enzyme Calvin cycle that occurred in the following order (from the largest to the smallest): Druzhok (strain 7862), Lada (strains 7862 and 45), Svitliachok ( strain 33), Druzhok (strains 45 and 33), Lada (strain 33) Svitozar (strain 7862), Svitliachok (strain 7862) Svitozar (strain 45). It is possible that such an increase of RBPK efficiency and, consequently, of the Calvin cycle is adaptive at regulatory support while increasing of relative quantities of non-renewable Qb-complexes. Such activation in a short period of time may be favorable, but more longer it can lead to the depletion of supporting homeostasis and disrupt the metabolism of plants, which ultimately reduces the yield and quality. According to the degree of resistance to pathogenic bacterial strains on the particular photophysical and photochemical parameters of the photosynthetic apparatus of pepper plants of four different varieties, the most resistant was the variety Lada and the most sensitive were varieties Svitozar and Svitliachok.

The data of the research performed by means of the chlorophyll fluorescence induction method demonstrating the resistance of different varieties of pepper plants which were infected by bacterial spot are confirmed by the phenological observations.

*Keywords: Capsicum annuum L., plants of pepper, Xanthomonas vesicatoria, bacterial spot of pepper, chlorophyll fluorescence induction*

Рекомендує до друку

Надійшла 18.01.2016

В. З. Курант

УДК 616-073.756.8-073.8:616.831-006.484-005.98-0024

Т. С. КОМШУК

ВДНЗУ «Буковинський державний медичний університет»  
вул. Головна, 137, Чернівці, 58005

## **КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ОКРЕМИМИ СТРУКТУРАМИ ЛІКВОРНОЇ СИСТЕМИ**

У ході морфометричного дослідження магнітно-резонансних томограм дано комплексну прижиттєву характеристику вентрикулярної системи головного мозку людини літнього віку. Вивчені гендерні особливості та міжпівкульна асиметрія відповідних показників.

*Ключові слова: вентрикулярна система, чоловіки, жінки, МРТ, кореляційні зв'язки*

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку медичної науки помітно зростає роль фундаментальних дисциплін, у тому числі анатомії людини, медичної та інтегративної антропології [1]. Чим точніше і достовірніше стають методи медичної візуалізації, тим актуальніше постає проблема правильної інтерпретації та стандартизації даних одержуваного зображення [3, 7].

Введення в медичну практику нових методів нейровізуалізації — комп'ютерної та магнітно-резонансної томографії змінило принципи діагностики морфологічних змін головного мозку і відкрило нові горизонти у вивченні його будови [2].

Характерні анатомічні особливості органів з урахуванням їх індивідуальної мінливості, а також статевих відмінностей, вивчені поки недостатньо. З цієї точки зору, не заслужено мало вивчена індивідуальна мінливість головного мозку людини. Бурхливий розвиток морфології і фізіології нервової системи відволікло увагу дослідників від питань загальної кількісної характеристики мінливості мозку, а це призвело до того, що і по теперішній час у більшості посібників і оглядах наводяться суперечливі і неоднорідні дані про вагу головного мозку і його розміри, а особливо вентрикулярну систему [4].

Головний мозок людини володіє значною мінливістю. Він різниться у чоловіків і жінок, у різних рас, етнічних груп. Ознаки відмінностей зберігаються з покоління в покоління і можуть бути важливою характеристикою варіабельності мозку людини, як біологічного виду [6].

У той же час, практично відсутні роботи із застосуванням класичного методу анатомії — "описувально-вимірювального", тобто роботи по індивідуальній мінливості людей із залученням морфометричних методів із використанням методів варіаційної статистики [5, 8].

Недостатньо розроблена проблема індивідуального розвитку головного мозку в постнатальному періоді онтогенезу. Процес розвитку людського організму після народження більше вивчений лише щодо періоду дитинства [4] і мало щодо періодів літнього та старечого віку.

У зв'язку з цим актуальним є вивчення прижиттєвих морфометричних характеристик, насамперед для вентрикулярної системи головного мозку у людей літнього віку.

Робота виконана відповідно до основного плану НДР Буковинського державного медичного університету і являє собою фрагмент комплексної міжкафедральної теми

„Закономірності перинатальної анатомії та ембріотографії. Визначення статеві-вікових особливостей будови і топографоанатомічних взаємовідношень органів та структур в онтогенезі людини” (№ державної реєстрації 0110U003078).

**Метою** нашого дослідження була оцінка морфометричних показників вендрикулярної системи головного мозку за результатами МРТ людей літнього віку (жінки – 56-74 роки, та чоловіки 61-74 роки).

### **Матеріал і методи досліджень**

Обстеження проводились у відділенні променевої діагностики клінічного закладу «Рівненська обласна клінічна лікарня» на комп'ютерному томографі General Electric Healthcare «SignaMRI 1.5T» та у кабінеті магнітно-резонансної томографії клінічного закладу «Луцька міська клінічна лікарня» на комп'ютерному томографі Signa Profile Ce Medical Sistem — 1,5 Тл у стандартних анатомічних площинах (сагітальній, фронтальній і аксіальній). Вимірювання проводилися у людей без візуальних ознак органічних уражень головного мозку і черепа.

Проаналізовано 38 томограм осіб літнього віку (14 чоловік та 24 жінок).

При порівнянні парних показників (бічних шлуночків) вираховували коефіцієнт асиметрії ( $K_{асм}$ ), який дорівнює різниці між показниками правого і лівого бічних шлуночків поділеної на суму показників правого і лівого шлуночків ( $y$  %). Обраховували середню арифметичну та її похибку. Вираховано коефіцієнт кореляції Пірсона між різними структурами циркумвендрикулярної системи..

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Вивчено 13 морфометричних параметрів лікворної системи головного мозку, а саме розміри бічних, III та IV шлуночків головного мозку та довжину водопроводу в осіб обох статей літнього віку. Дані представлені в таблиці 1.

Аналіз морфометричних показників шлуночків головного мозку, наведених у таблиці, свідчить про наявність певної статевої мінливості вендрикулярної системи головного мозку та міжпівкульної асиметрії.

Найбільша мінливість у вивчених нами морфометричних показниках спостерігалася при аналізі бічних шлуночків. Встановлено, що довжина переднього рога бічного шлуночка є більшою зліва тільки в жінок на 4,6% ( $K_{асм}=-2,3$ ), а в чоловіків — залишалася однаковою як справа, так і зліва. У жінок виявлено зменшення довжин правого та лівого передніх рогів бічних шлуночків — на 1,9% порівняно з чоловіками.

Ширина та довжина передніх рогів бічних шлуночків у осіб чоловічої статі була однаковою з обох боків. У представників жіночої статі, ширина бічного шлуночка незначно збільшувалася зліва на 1,2%.

Довжина тіла бічного шлуночка як справа, так і зліва, є меншою у жінок порівняно з особами протилежної статі та спостерігається міжпівкульна асиметрія із збільшенням даного показника зліва у жінок на 1,5%. Ширина тіла бічного шлуночка є більшою зліва в осіб обох статей. Спостерігається певна різниця у ширині тіла бічного шлуночка між чоловіками та жінками із зменшенням даного показника в жінок.

У чоловіків спостерігається асиметрія зі збільшенням довжини заднього рога зліва порівняно з правим ( $K_{асм}=-7,4$ ). У жінок має місце тенденція до переважання показника зліва на 3,7% ( $K_{асм} = -1,9$ ). Ширина заднього рога навпаки в осіб чоловічої статі більша справа, а в жінок — зліва. При порівнянні між статями ширина заднього рога бічних шлуночків більша в чоловіків як справа, так і зліва на 9,4% та 2,1% відповідно.

Морфометричні показники шлуночків головного мозку у чоловіків та жінок літнього віку (M±m)

№ п/п	Морфометричний показник (мм)		Справа	Зліва
1	Довжина переднього рога бічного шлуночка	Ч	31,4±1,8	31,3±1,4
		Ж	29,3±1,4	30,7±1,8
2	Ширина переднього рога бічного шлуночка	Ч	8,4±0,8	8,4±0,7
		Ж	8,1±0,8	8,2±0,9
3	Довжина тіла бічного шлуночка	Ч	47,5±2,3	47,5±1,7
		Ж	44,8±2,7	45,4±3,5
4	Ширина тіла бічного шлуночка	Ч	14,6±0,9	15,4±0,9
		Ж	12,2±0,8	12,39±0,7
5	Довжина заднього рогу бокового шлуночка	Ч	34,3±7,5	39,8±3,6
		Ж	36,3±3,8	37,7±5,2
6	Ширина заднього рогу бічного шлуночка	Ч	9,6±1,4	9,4±1,1
		Ж	8,7±1,8	9,2±2,0
7	Довжина нижнього рогу бічного шлуночка	Ч	46,5±0,9	45,7±0,7
		Ж	45,3±0,3	44,1±0,7
8	Передньозадній розмір бічного шлуночка	Ч	99,3±1,7	102,8±1,8
		Ж	96,7±3,4	96,7±3,1
9	Довжина III шлуночка	Ч	30,6±2,8	
		Ж	29,9±3,4	
10	Висота III шлуночка	Ч	17,3±0,7	
		Ж	17,8±1,4	
11	Довжина водопровода мозку	Ч	12,2±0,7	
		Ж	13,1±0,7*	
12	Довжина IV шлуночка	Ч	36,8±1,9	
		Ж	36,1±3,3	
13	Висота IV шлуночка	Ч	11,1±1,0	
		Ж	10,8±0,9	

Примітки: \*- вірогідна різниця між чоловіками та жінками; Ч — чоловіки, Ж — жінки

Довжина нижнього рога бічного шлуночка більша справа як у жінок ( $K_{асм} = 1,3$ ), так і в чоловіків ( $K_{асм} = 0,9$ ). Також відмічена певна статева різниця у показнику як справа так і зліва, зі збільшенням у чоловіків.

Передньо-задній розмір бічного шлуночка більший у чоловіків, порівняно з жінками. При аналізі міжпівкульної різниці даного показника виявлено збільшення його зліва в чоловіків ( $K_{асм} = -1,7$ ).

Довжина III шлуночка дещо переважає в чоловіків порівняно з жінками (на 2,3%). Статевих відмінностей у ширині III шлуночка не виявлено. Довжина водопроводу мозку є більшою в жінок, відносно чоловіків. Довжина та висота IV шлуночка має тенденцію до збільшення в чоловіків на 2,2% та 2,7% відповідно.

Встановлено кореляційні зв'язки між окремими структурами шлуночкової системи в досліджуваних осіб (табл. 2, табл.3).

Кореляційні зв'язки між окремими структурами бічних шлуночків

	Шир.пер.рога		Довж.тіла		Ширина тіла		Довж.задн.рога		Шир.задн.рога		Довж.нижн.рога		Перд.-задн. р-р бок. шлуночка	
	справа	зліва	права	зліва	справа	зліва	права	зліва	права	зліва	права	зліва	права	зліва
чоловіки														
Довж. пер.рога	+0,81	+0,75	-0,79	-0,58	+0,94	+0,96	+0,31	+0,89	+0,99	+0,98	-0,34	+0,82	+0,99	+0,99
Шир.пер.рога			0,00	0,00	+0,96	+0,90	+0,39	+0,39	+0,86	+0,84	+0,88	+0,99	+0,83	+0,66
Довж.тіла					-0,55	-0,36	0,00	-0,84	-0,73	-0,45	+0,85	0,00	-0,77	-0,66
Ширина тіла							+0,37	+0,76	+0,97	+0,99	0,00	+0,93	+0,95	+0,93
Довж.задн.рога									+0,34	+0,82	0,00	+0,49	+0,32	+0,93
Шир.задн.рога											0,00	+0,89	+0,99	+0,96
Довж.нижн.рога													-0,31	+0,75
жінки														
Довж. пер.рога	+0,63	+0,88	-0,72	-0,39	+0,43	+0,42	+0,88	+0,95	+0,85	+0,85	+0,48	0,00	+0,73	+0,70
Шир.пер.рога			0,00	0,00	+0,87	+0,63	+0,56	+0,70	+0,31	+0,84	+0,40	+0,30	+0,65	+0,48
Довж.тіла					+0,28	+0,29	-0,73	-0,42	-0,73	-0,45	0,00	+0,52	-0,51	0,00
Ширина тіла							+0,39	+0,32	0,00	0,00	+0,31	+0,78	+0,53	+0,59
Довж.задн.рога									+0,56	+0,69	0,00	-0,32	+0,95	+0,83
Шир.задн.рога											+0,72	0,00	+0,30	0,00
Довж.нижн.рога													0,00	0,00

Примітка. Довж. пер.рога – довжина переднього рога бічного шлуночка; Шир. пер.рога – ширина переднього рога бічного шлуночка; Довж. тіла – довжина тіла бічного шлуночка; Ширина тіла – ширина тіла бічного шлуночка; Довж.задн. рога – довжина заднього рога бічного шлуночка; Шир.задн. рога – ширина заднього рога бічного шлуночка; Довж. ниж.рога – довжина нижнього рога бічного шлуночка; Шир. ниж.рога – ширина нижнього рога бічного шлуночка; Пер.-зад. р-р б.ш. – передньо-задній розмір бічного шлуночка.

Наявність кореляційних взаємовідносин між центральними структурами циркумвентрикулярної системи

	Довжина III шлуночка	Ширина III шлуночка	Довжина водопроводу	Довжина IV шлуночка	Ширина IV шлуночка	Довжина III шлуночка	Ширина III шлуночка	Довжина водопроводу	Довжина IV шлуночка	Ширина IV шлуночка
	чоловіки					жінки				
Довж. пер.рога	+0,98	+0,78	0,00	+0,99	+0,95	+0,85	+0,31	+0,28	+0,85	+0,88
Шир.пер.рога	+0,72	+0,99	+0,57	+0,79	+0,95	0,00	0,00	+0,79	0,00	+0,59
Довж.тіла	-0,87	0,00	+0,63	-0,81	-0,57	-0,87	0,00	+0,43	-0,86	-0,51
Ширина тіла	+0,89	+0,94	+0,31	+0,93	+0,99	0,00	0,00	+0,83	0,00	+0,41
Довж.задн.рога	0,00	+0,39	0,00	+0,31	+0,37	0,64	0,00	0,00	+0,62	+0,55
Шир.задн.рога	+0,97	+0,84	0,00	+0,99	+0,98	0,97	+0,70	0,00	+0,97	+0,94
Довж.нижн.рога	-0,47	+0,32	+0,95	-0,37	0,00	0,56	+0,91	+0,68	+0,57	+0,83
Пер.-зад. р-р бок.шл.	+0,98	+0,80	0,00	+0,99	+0,96	0,37	-0,42	0,00	+0,35	+0,36
Довжина III шлуночка		+0,68	0,00	+0,99	+0,90	0,00	+0,58	0,00	+0,99	+0,85
Ширина III шлуночка			+0,61	+0,76	+0,93		0,00	+0,38	+0,60	+0,69
Довжина водопроводу				0,00	+0,28			0,00	0,00	+0,51
Довжина IV шлуночка					+0,94				0,00	+0,85

Примітка. Довж. пер.рога – довжина переднього рога бічного шлуночка; Шир. пер.рога – ширина переднього рога бічного шлуночка; Довж. тіла – довжина тіла бічного шлуночка; Ширина тіла – ширина тіла бічного шлуночка; Довж.задн. рога – довжина заднього рога бічного шлуночка; Шир.задн. рога – ширина заднього рога бічного шлуночка; Довж. ниж.рога – довжина нижнього рога бічного шлуночка; Шир. ниж.рога – ширина нижнього рога бічного шлуночка; Пер.-зад. р-р б.ш. – передньо-задній розмір бічного шлуночка

Сильний прямий кореляційний зв'язок спостерігався справа між наступними структурами: довжиною переднього рога та шириною останнього, шириною тіла і заднього рога і передньо-заднім розміром бічного шлуночка; шириною переднього рога та шириною тіла і заднього рога і передньо-заднім розміром бічного шлуночка; довжиною тіла та довжиною нижнього рога бічного шлуночка; шириною тіла та шириною заднього рога і передньо-заднім розміром бічного шлуночка; шириною заднього рога та передньо-заднім розміром бічного шлуночка.

Зворотний сильний кореляційний зв'язок виявлено між: довжиною переднього рога та довжиною тіла бічного шлуночка; довжиною тіла бічного шлуночка та передньо-заднім розміром і шириною заднього рога бічного шлуночка.

Зліва кореляційні зв'язки були дещо відмінними. Сильна пряма кореляційна залежність спостерігалася між: довжиною переднього рога та його шириною, шириною тіла, довжиною і шириною заднього рога бічного шлуночка, довжиною нижнього рога, передньо-заднім розміром бічного шлуночка. Між шириною переднього рога та шириною тіла, шириною заднього рога та довжиною нижнього рога бічного шлуночка. Між шириною тіла та довжиною нижнього, довжиною і шириною заднього рогів бічних шлуночків і передньо-заднім розміром бічного шлуночка. Між довжиною заднього рога та його шириною і передньо-заднім розміром бічного шлуночка. Між шириною заднього та довжиною нижнього рога і передньо-заднім розміром бічного шлуночка.

Сильна зворотна кореляційна залежність була знайдена у випадку: довжини тіла і довжини заднього рога бічного шлуночка.

Структури, що розташовані центрально мали пряму кореляційну залежність, а саме сильний прямий кореляційний зв'язок спостерігався у наступних випадках: між довжиною III шлуночка та довжиною і шириною передніх рогів бічних шлуночків, довжиною і шириною тіла, шириною задніх рогів, передньо-заднім розміром бічних шлуночків. Між шириною III шлуночка та довжиною і шириною передніх рогів бічних шлуночків, шириною тіла, шириною задніх рогів, передньо-заднім розміром бічних шлуночків. Між довжиною водопровода та довжиною нижніх рогів бічних шлуночків. Між довжиною IV шлуночка та довжиною і шириною передніх рогів бічних шлуночків, шириною тіла, шириною задніх рогів, передньо-заднім розміром бічних шлуночків, довжиною та шириною III шлуночка. Між шириною IV шлуночка та довжиною і шириною передніх рогів бічних шлуночків, шириною тіла, шириною задніх рогів, передньо-заднім розміром бічних шлуночків, довжиною та шириною III шлуночка, довжиною IV шлуночка.

Сильний зворотний кореляційний зв'язок було виявлено між наступними структурами: довжиною тіла бічних шлуночків та IV шлуночка.

В осіб жіночої статі літнього віку виявлено як прямі, так і зворотні корелятивні зв'язки між різними структурами лікворної системи.

Сильний прямий кореляційний зв'язок спостерігався справа між наступними структурами: довжиною переднього рога та шириною, і довжиною заднього рога, і передньо-заднім розміром бічного шлуночка. Між шириною переднього рога та шириною тіла бічного шлуночка. Між довжиною заднього рога і передньо-заднім розміром бічного шлуночка; шириною заднього та довжиною нижнього рога бічного шлуночка.

Зворотний сильний кореляційний зв'язок виявлено між: довжиною переднього рога та довжиною тіла бічного шлуночка; довжиною тіла бічного шлуночка та довжиною і шириною заднього рога бічного шлуночка.

Зліва усі кореляційні зв'язки були прямими. Сильна пряма кореляційна залежність спостерігалася між: довжиною переднього рога і довжиною та шириною заднього рога бічного шлуночка, шириною переднього рога і передньо-заднім розміром бічного шлуночка; шириною переднього рога та шириною заднього рога бічного шлуночка; шириною тіла та довжиною нижнього рога бічного шлуночка; довжиною заднього рога та передньо-заднім розміром бічного шлуночка.

Структури, що розташовані центрально мали пряму кореляційну залежність, а саме сильний прямий кореляційний зв'язок спостерігався у наступних випадках: між довжиною передніх рогів бічних шлуночків та довжиною і шириною IV, довжиною III шлуночків; між шириною передніх рогів та довжиною водопроводу; між шириною тіла та довжиною водопроводу; між шириною задніх рогів бічних шлуночків та довжиною III і шириною III і довжиною IV і шириною IV шлуночків; довжиною нижніх рогів бічних шлуночків та шириною III і IV шлуночків; довжиною III шлуночка та довжиною і шириною IV шлуночка; довжиною IV шлуночка та його шириною.

Сильний зворотний кореляційний зв'язок було виявлено між наступними структурами: довжиною тіла бічних шлуночків та довжиною III і IV шлуночків.

При проведенні дослідження нами встановлено переважання розмірів структур шлуночкової системи мозку в осіб чоловічої статі, а саме: довжини передніх рогів бічних шлуночків з обох боків, вірогідно довжини тіла бічних шлуночків справа і зліва, ширини задніх рогів бічних шлуночків та довжини нижніх рогів справа і зліва, вірогідно передньо-задніх розмірів бічних шлуночків і довжини III та IV шлуночків.

Виявлена вірогідна міжпівкульна асиметрія зі збільшенням ширини тіла та довжини заднього рога бічного шлуночка в чоловіків, збільшенням довжини нижнього рога бічного шлуночка справа як у чоловіків, так і в жінок, збільшення передньо-заднього розміру бічного шлуночка зліва в чоловіків.

Можна припустити, що подібна вікова структурна реорганізація головного мозку зумовлена стійкими метаболічними зрушеннями, що відбуваються в мозку в процесі «старіння» [4].

**Висновок**

Отже, є підстави вважати, що представлена нами прижиттєва морфометрична характеристика головного мозку людини в період літнього віку та виявлені на її основі критерії вікової реорганізації головного мозку можуть становити інтерес для фахівців в області вікової анатомії, нейрофізіології і нейрохірургії, а для фахівців з МРТ-діагностики виступати як еквівалент анатомічної норми вентрикулярної системи головного мозку.

**Перспективи подальших досліджень** бачимо у вивченні залежності параметрів лікворної системи головного мозку людини від форми черепа, типу тілобудови і статі.

1. *МРТ-морфометрия* желудочков головного мозга у пациентов с синдромом дефицита внимания и гиперактивности / [В.М.Верхлютов, Г.В. Гапиенко, В.Л. Ушаков и др.] // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. — 2009. — Т. 59, № 1. — С. 34—44.
2. *Норма при КТ- и МРТ-исследованиях* / Торстен Б. Мёллер, Эмиль Райф; Пер. с англ.; Под общ. ред. Г.Е.Труфанова, Н.В.Марченко. — 2-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2013. — 256 с.
3. *Савельева Л. А.* Особенности венозного оттока от головного мозга, по данным магнитно-резонансной ангиографии / Л. А. Савельева, А. А. Тулупов // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Биология, клиническая медицина / 2009. — Т. 7, Вып. 1. — С. 36—40.
4. *Серков С. В.* МРТ в диагностике расширенных периваскулярных пространств головного мозга (результаты собственных исследований и обзор литературы) / С. В. Серков, И. Н. Пронин, В. Н. Корниенко // Медицинская визуализация. — 2006. — № 5. — С. 10—25.
5. *Труфанов Г. Е.* МРТ- и КТ-анатомия головного мозга и позвоночника (атлас изображений) / Г. Е. Труфанов. - 2-е изд.- Монография. — 2009. — СПб, из-во ЭЛБИ-СПб. — 188 с.
6. *A common brain network links development, aging, and vulnerability to disease*/ [G. Douaud, A. R. Groves, C. K. Tamnes et al.] // Proc Natl. Acad Sci USA. — 2014. — Vol. 24. — P.73—78.
7. *Association between gait variability and brain ventricle attributes: a brain mapping study* / [C. Annweiler, M. Montero-Odasso, R. Bartha et al.] // Exp Gerontol. — 2014. — Vol. 57. — P. 256—263.
8. *New endoscopic route to the temporal horn of the lateral ventricle: surgical simulation and morphometric assessment* / [J. J. Sánchez, J. Rincon-Torroella, A. Prats-Galino et al.] // J Neurosurg. — 2014. — Vol. 121(3). — P. 751—759.

*T. S. Komshuk*

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

**GENDER PECULIARITIES OF BRAIN CEREBROSPINAL FLUID SYSTEM IN ELDERLY PERSONS**

**Summary.** Introduction into medical practice of new methods of neuroimaging — computer and magnetic resonance tomography, changed principles of diagnosis of brain morphological changes and opened new horizons in the research of its structure.

The aim of our research was to evaluate morphometric parameters of the ventricular system of the brain based on the results of MRI of elderly persons (females of 56-74 years, males of 61-74 years).

**Object and methods.** A survey was conducted in the department of radiation diagnosis of the clinical institution «Rivne Regional Clinical Hospital» on the computer tomograph General Electric Nealthcare «SignaMRI 1,5T» and in the office of magnetic resonance tomography of the clinical institution «Lutsk Clinical Hospital» on the computer tomograph Signa Profile Ce Medical Sistem - 1,5 Tl in standard anatomical planes (sagittal, frontal and axial). The measurements were carried out on people without visual signs of organic lesions of the brain and skull. 38 tomograms of elderly patients (14 males and 24 females) were analyzed.

13 morphometric parameters of the brain cerebrospinal fluid system were investigated, namely the size of lateral, the third and fourth brain ventricles and the length of aqueductus cerebri in elderly persons of both sexes.

In the course of the research we determined the prevalence of a size of the ventricular system of the brain in males, namely the length of the anterior horns of the lateral ventricles on both sides, the length of the body of the lateral ventricles on right and left parts, width of the posterior horns of the



lateral ventricles and the length of the lower right and left horns, anteroposterior dimensions of the lateral ventricles and the length of the III and IV ventricles.

Significant interhemispheric asymmetry with an increased body, width and length of the rear horn of the lateral ventricle in males, increasing of the length of the lower horn of the lateral ventricle on the right side both in male and female, increasing of the anteroposterior size of the left lateral ventricle in men were observed.

It can be assumed that this age structural reorganization of the brain is caused by persistent metabolic changes that occur in the brain during the «aging».

**Conclusions.** Thus, there is a reason to believe that the presented intravital morphometric characteristic of the human brain of elderly persons and the identified on this basis criteria of age brain reorganization may be of great interest to experts in the field of age anatomy, neurophysiology and neurosurgery, and for specialists of MRI-diagnostic can be an anatomical standard of the ventricular system of the brain.

*Keywords: the ventricular system, elderly persons, MRI, males, females, morphometry*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 21.01.2016

УДК (581.8+581.19)(58.036:582.26)

<sup>1</sup>І. М. НЕЗБРИЦЬКА, <sup>1</sup>А. В. КУРЕЙШЕВИЧ, <sup>2</sup>О. В. ВАСИЛЕНКО, <sup>2</sup>О. І. БОДНАР

<sup>1</sup>Інститут гідробіології НАН України  
пр-т. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

## **ЗМІНИ ДЕЯКИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПРЕДСТАВНИКІВ CHLOROPHYTA ТА CYANOPROKARYOTA ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР**

Досліджено зміни сухої маси, концентрації хлорофілу *a*, активності сукцинатдегідрогенази (СДГ) та цитохромоксидази у деяких видів Chlorophyta (*Desmodesmus communis*, *Tetraedron caudatum*) та Cyanoprokaryota (*Aphanocapsa planctonica*, *Phormidium autumnale f. uncinata*) за різних температурних режимів – 20, 26, 32 °С. Максимальна величина сухої маси *D. communis* і *T. caudatum* відзначалася за температури 20 °С, а *Aph. planctonica* – 32 °С. За температурних умов, які виходять за межі оптимальних для росту досліджуваних видів водоростей та ціанопрокаріот, вміст хлорофілу *a* у їх сухій масі знижувався. У зелених водоростей за досліджуваних температур суттєвих змін у функціонуванні СДГ не відбувалося. Натомість, у ціанопрокаріот з виходом культур на стаціонарну фазу росту за найвищої температури спостерігалося повне інгібування активності СДГ. Зміни показників активності цитохромоксидази за досліджуваних температурних режимів у представників Chlorophyta та Cyanoprokaryota мали подібний характер і залежали не лише від температури, але і фази росту культур.

*Ключові слова: температура, Chlorophyta, Cyanoprokaryota, суха маса, хлорофіл a, сукцинатдегідрогеназа, цитохромоксидаза*

Температура води є одним із найважливіших екологічних чинників середовища, який впливає на всі без винятку компоненти гідробіоценозу. Навіть незначні коливання температури (в бік зниження чи підвищення) призводять до зміни швидкості метаболічних реакцій та загальної інтенсивності обміну у гідробіонтів [8, 9].

Як відомо, провідна роль у функціонуванні прісноводних екосистем належить мікрободоростям, за рахунок фотосинтезу яких створюється фонд органічної речовини, що становить енергетичну основу для всіх наступних етапів продукційного процесу у водоймі [7]. Водоростям властивий широкий діапазон температурної стійкості [9]. Вони здатні існувати в крайніх температурних умовах – як у гарячих джерелах, температура яких близька до точки кипіння води, так і на поверхні льоду та снігу, де температура коливається близько 0 °С [3]. У зв'язку з глобальними кліматичними змінами і, в першу чергу, підвищенням літніх температур, істотний інтерес представляє з'ясування особливостей функціонування мікрободоростей в умовах високих температур.

Метою нашої роботи було вивчити динаміку деяких фізіолого-біохімічних показників (суха маса, концентрація хлорофілу *a*, активність ключових ферментів дихального метаболізму – сукцинатдегідрогенази та цитохромоксидази) у представників Chlorophyta та Cyanoprokaryota за різних температурних умов вирощування.

### Матеріал і методи досліджень

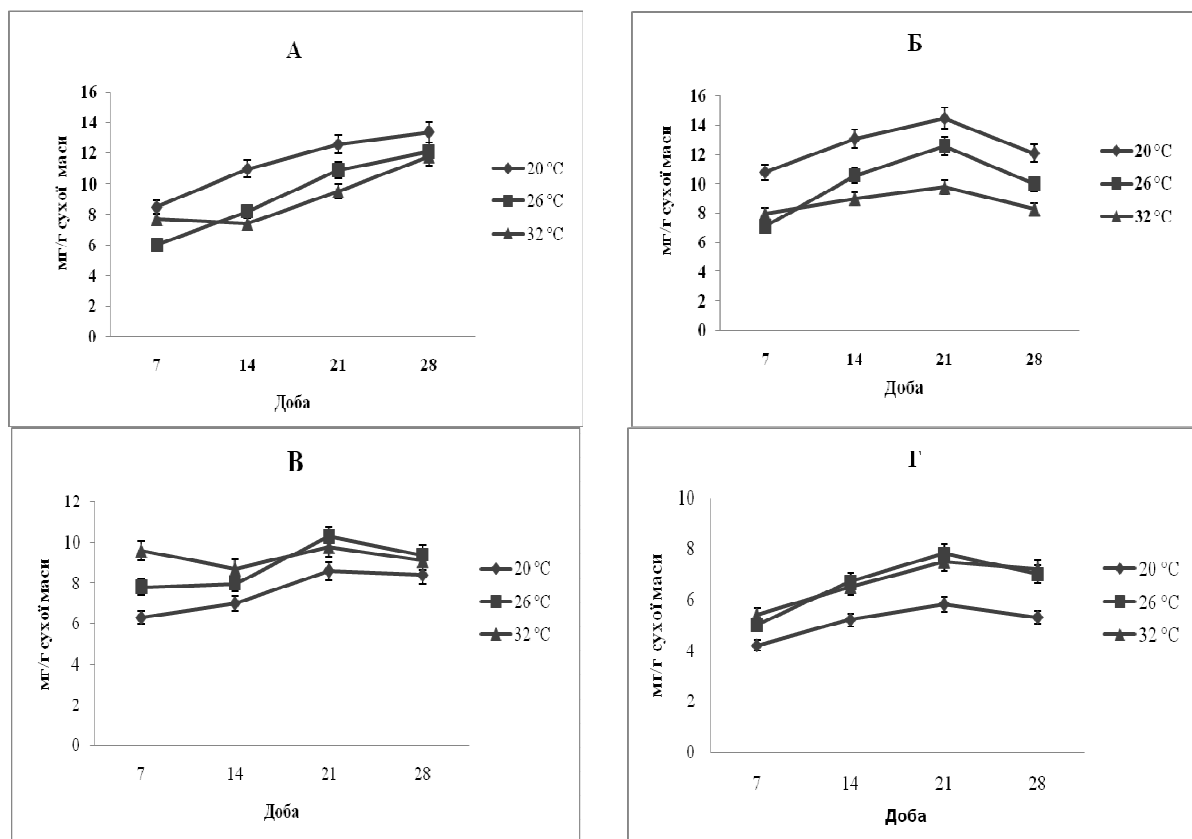
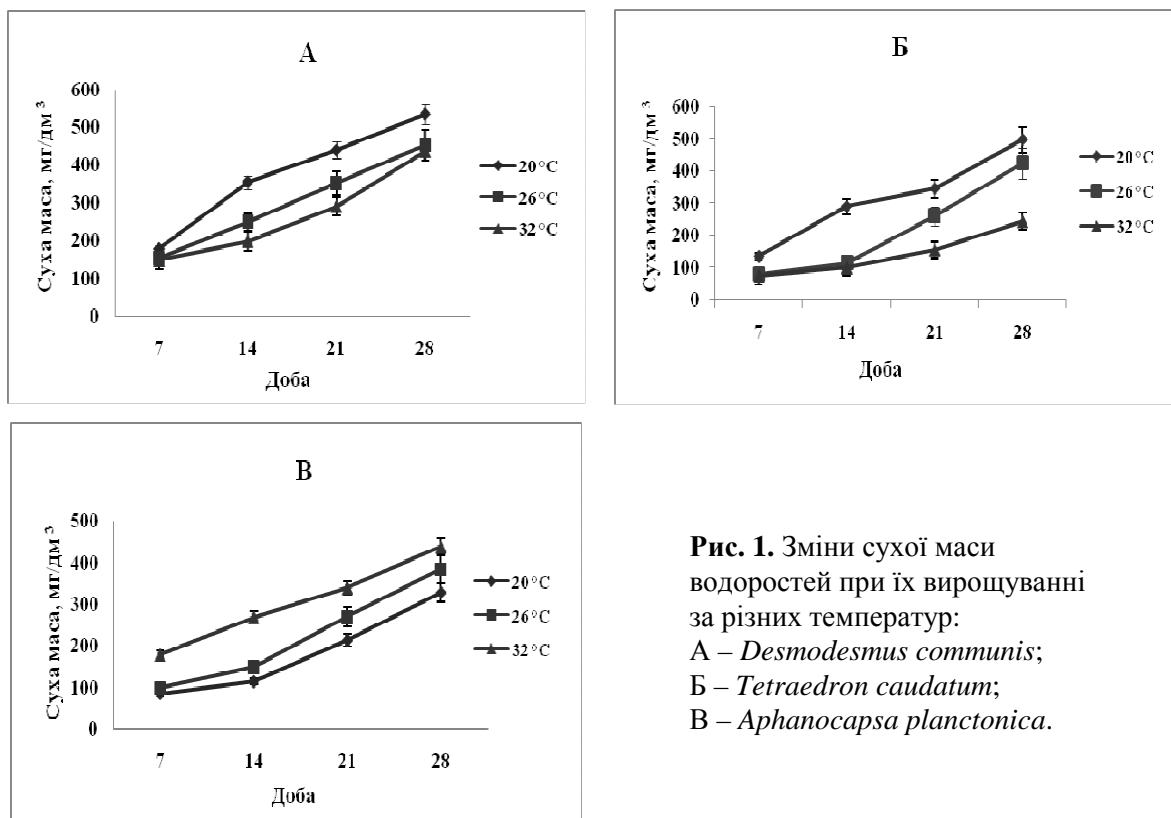
У дослідях використовували культури деяких поширених у водоймах України видів Chlorophyta (*Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew. HPDP-109; *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg. IBASU-A 277) та Cyanoprokaryota (*Aphanocapsa planctonica* (G.M. Sm.) Komárek et Anagn. (= *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenkin HPDP-30; *Phormidium autumnale* (C. Agardh) Gomont f. *uncinata* (C. Agardh) N.V. Kondrat. HPDP-36). Водорості вирощували у термостаті на середовищі Фітцджеральда №11 в модифікації Цендера і Горхема [5] за освітленості 3000 лк в різних температурних умовах: 20, 26 та 32 °С (з точністю ±0,5 °С). Тривалість вирощування становила 28 діб. Вміст фотосинтетичних пігментів у досліджуваних водоростей визначали екстрактним спектрофотометричним, суху масу – ваговим методами [5]. Активність сукцинатдегідрогенази встановлювали фероціанатним методом [6]. Активність цитохромоксидази оцінювали відповідно до методики [15]. Вміст білків у біомасі водоростей визначали за методом Лоурі [12].

### Результати досліджень та їх обговорення

**1. Динаміка сухої маси водоростей за різних температур.** Згідно з одержаними експериментальними даними, найвища біомаса (за показниками сухої ваги) культур *D. communis* та *T. caudatum* відзначалася за температури 20 °С (рис. 1А та 1Б). Встановлено, що у відповідь на зміну температури культивування з 20 °С до 26 °С та 32 °С ріст обох видів Chlorophyta пригнічувався, особливо *T. caudatum*. За температури 26 °С величина сухої маси цієї мікрободорості була нижчою у 1,3-2,5 рази порівняно із зареєстрованою при 20 °С, тоді як за 32 °С – у 1,8-2,9 рази щодо відповідних показників. Натомість, біомаса *D. communis* за температур 26 °С та 32 °С була меншою, ніж при 20 °С лише у 1,2-1,4 та 1,3-1,8 рази відповідно.

Щодо ціанопрокаріоти *Aph. planctonica*, то максимальне накопичення її біомаси спостерігалось за 26 °С та 32 °С, а не 20 °С, як у зелених водоростей (рис. 1В). Показано, що в умовах впливу температури 26 °С, порівняно з 20 °С, суха маса *Aph. planctonica* збільшилася у 1,2-1,3 рази. Водночас при 32 °С цей показник був вищим, ніж при 20 °С у 1,3-2,3 рази.

**2. Концентрація хлорофілу *a* у біомасі представників Chlorophyta та Cyanoprokaryota за різних температур.** Встановлено, що динаміка вмісту хлорофілу *a* у зелених водоростей за досліджуваних температур (20, 26 та 32 °С), загалом, відповідає змінам сухої маси. Згідно з одержаними даними, максимальна концентрація відносного вмісту хлорофілу *a* у *D. communis* та *T. caudatum* спостерігалася за температури 20 °С (рис. 2А, 2Б). Це свідчить про те, що функціональна активність фотосинтетичного апарату водоростей за впливу вказаного температурного режиму культурального середовища, порівняно з іншими досліджуваними (26 та 32 °С), була найвищою.



У *D. communis* за температури 26 °С вміст хлорофілу *a* протягом усього періоду досліджень був нижчим у 1,2-1,4 рази, ніж при 20 °С. За температури 32 °С концентрація цього пігменту в біомасі мікроводорості була ще меншою (у 1,3-1,6 рази порівняно із 20 °С).

У *T. caudatum* за температури 26 та 32 °С, протягом усього періоду досліджень, вміст хлорофілу *a* (в розрахунку на суху масу водорості) був меншим ніж при 20 °С у 1,2-1,6 та 1,4-1,8 рази відповідно. Відмічене зниження вмісту хлорофілу *a* у зелених водоростей за впливу підвищених температур може свідчити з одного боку про пригнічення біосинтезу цього пігменту, а з іншого – про прискорення його розпаду.

Встановлено, що у ціанопрокаріот *Aph. planctonica* та *Ph. autumnale* f. *uncinata* спостерігалася протилежна тенденція змін концентрації хлорофілу *a* за досліджуваних температурних режимів, ніж у *D. communis* та *T. caudatum* (див. рис. 2В та 2Г). При 26 °С та 32 °С, порівняно з 20 °С, у біомасі обох представників Суанпрокаруота простежувалося збільшення вмісту основного фотосинтетичного пігменту. Так, у *Aph. planctonica* за 20 °С концентрація хлорофілу *a* була меншою, ніж за 26 та 32 °С у 1,1-1,3 та 1,2-1,5 рази відповідно, а у *Ph. autumnale* f. *uncinata* – у 1,2-1,4 та 1,3-1,4 рази відповідно. Це свідчить про те, що температура 20 °С найменш сприятлива для синтезу хлорофілу *a* у клітинах ціанопрокаріот.

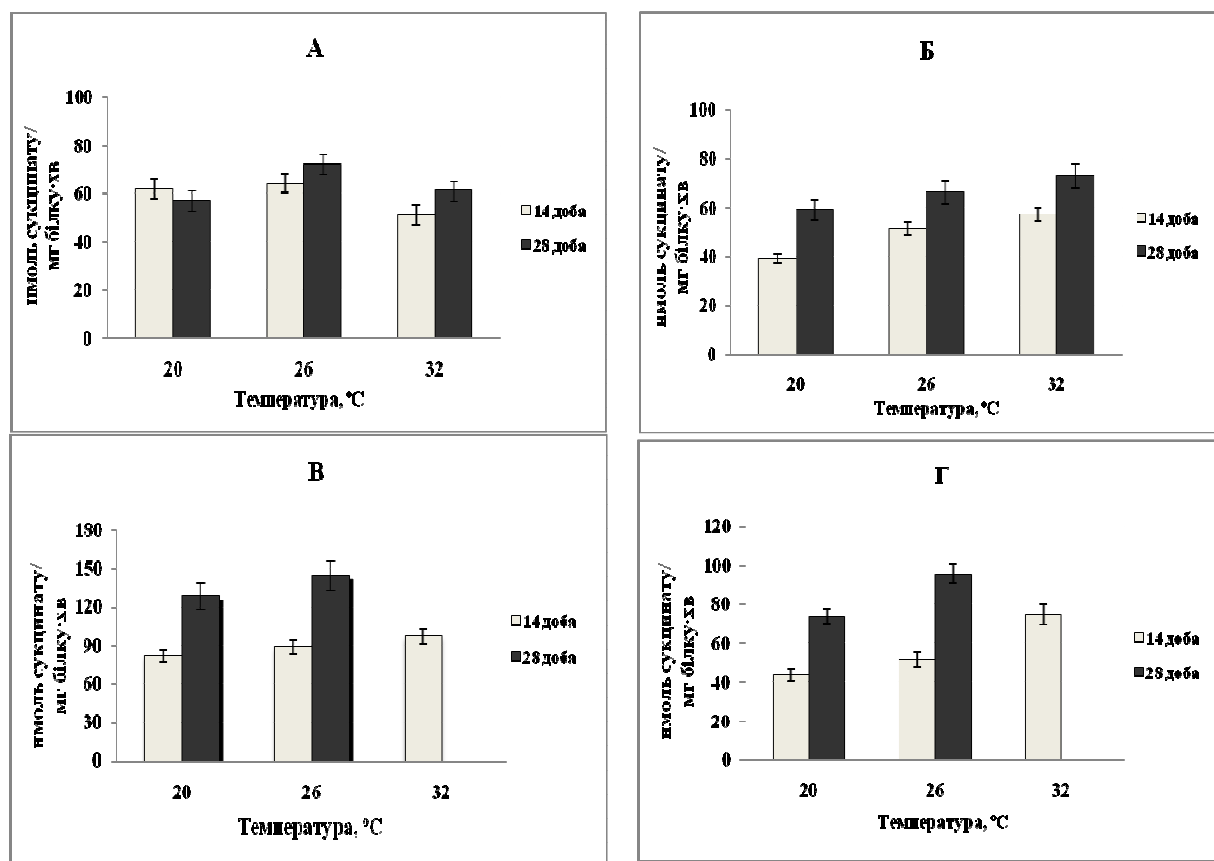
**3. Активність сукцинатдегідрогенази мікроводоростей за різних температур.** Сукцинатдегідрогеназа - один з ключових регуляторних ферментів циклу Кребса, що каталізує оборотну реакцію окиснення бурштинової кислоти до фумарової. В процесі протікання даної реакції утворюється ФАДН<sub>2</sub>, який може використовуватися як джерело енергії для різних процесів. СДГ – компонент не тільки циклу Кребса, але і електронного транспортного ланцюга мітохондрій, тому його регуляція пов'язана з функціонуванням відразу двох ключових процесів [10].

Згідно з одержаними результатами, на 14-у добу культивування *D. communis* за температури 26 °С величина активності СДГ у мікроводорості була практично на рівні зі значеннями цього показника, що відмічалися при 20 °С. Водночас, на 28-у добу за вищої із досліджуваних температур спостерігалася збільшення реакційної здатності ферменту майже на 30 %. Зростання активності СДГ свідчить про активацію сукцинатдегідрогеназної ланки дихального ланцюга, яка відіграє важливу роль в компенсаторному пристосуванні окислювального обміну до несприятливих умов [2, 4].

За температури 32 °С, порівняно з 20 та 26 °С, на експоненціальній фазі росту культури *D. communis* активність СДГ була нижчою. На стаціонарній фазі її росту рівень активності ферменту наближався до зареєстрованого при 20 °С.

Дещо інша картина функціонування СДГ за досліджуваних температур спостерігалася у *T. caudatum*. Проведені експерименти показали, що при 26 °С, порівняно з 20 °С, значення активності ферменту водорості були більшими протягом усього періоду її культивування (рис. 3Б). Встановлено, що за максимальної із досліджуваних температур (32 °С) у *T. caudatum* реакційна здатність СДГ була вищою, як відносно даних, що реєструвалися за 20 °С, так і 26 °С. Підвищення ферментативної активності СДГ свідчить про інтенсифікацію функціонування циклу Кребса, що, очевидно, пов'язано із зростанням енергетичних затрат на підтримання гомеостазу клітин.

Слід відмітити, що величини показників реакційної здатності СДГ у обох зелених водоростей суттєво не відрізнялися за досліджуваних нами температур.



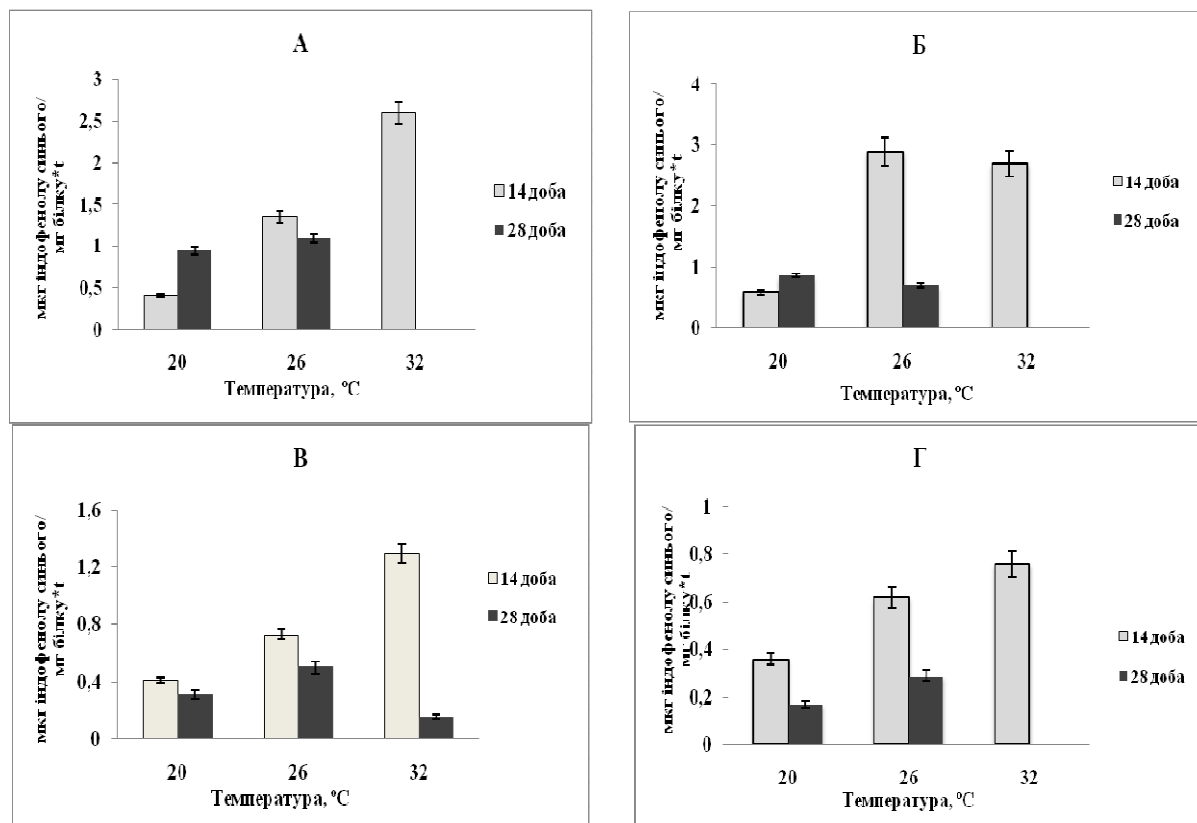
**Рис. 3.** Зміни активності сукцинатдегідрогенази у представників Chlorophyta (*Desmodesmus communis* – А; *Tetraedron caudatum* – Б) та Cyanoprokaryota (*Aphanocapsa planctonica* – В; *Phormidium autumnale f. uncinata* – Г) за різних температур.

Реакція-відгук обох видів Cyanoprokaryota на вплив різних температур (20, 26 та 32 °C) за зміною активності СДГ була подібною (рис. 3В, 3Г). Встановлено, що у *Aph. planctonica* та *Ph. autumnale f. uncinata* при температурі 20 °C реакційна здатність ферменту була дещо нижчою, ніж при 26 °C, що свідчить про пригнічення окиснення сукцинату. Так, на 14-у добу росту культури *Aph. planctonica* за мінімальної із досліджуваних температур величина активності СДГ була меншою на 10 %, а на 28-у добу – на 13 % щодо значень, що відмічалися за 26 °C. Водночас у *Ph. autumnale f. uncinata* на 14-у та 28-у добу культивування за температури 20 °C, порівняно з 26 °C, реакційна здатність СДГ була нижчою відповідно на 18 та 30 %. Принагідно зазначити, що це узгоджується з результатами наших досліджень щодо найнижчих показників сухої маси та відносного вмісту хлорофілу *a* у ціанопрокаріот за даного температурного режиму культурального середовища.

Згідно з одержаними результатами, в умовах 32 °C у культури *Aph. planctonica* на різних фазах росту зміни активності СДГ були неоднозначними. Якщо на експоненціальній фазі росту за цієї температури, порівняно із іншими досліджуваними, відмічалось зростання реакційної здатності ферменту, то на стаціонарній фазі – різке її зниження. Для культури *Ph. autumnale f. uncinata* встановлено таку ж саму закономірність. Різке падіння активності СДГ на стаціонарній фазі росту ціанопрокаріот, ймовірно, обумовлено змінами в їх енергетичному метаболізмі, в ході яких має місце активація анаеробної гілки енергозабезпечення та пригнічення дихання.

**4. Активність цитохромоксидази мікроводоростей за різних температур.** Цитохромоксидаза (ЦХО) – ключовий фермент клітинного дихання усіх еукаріот та багатьох прокаріот, що каталізує чотирьохелектронне відновлення молекулярного кисню до води [14]. Одержані результати показали, що при зміні температури вирощування з 20 до 26 °C

функціональна активність ЦХО у *D. communis* зросла (рис. 4А). На 14-у добу росту культури за температури 26 °С значення цього показника були більшими у 3,2 рази, ніж при 20 °С, а на 28-у добу – у 1,2 рази. Активування ЦХО за вищої із досліджуваних температур свідчить про інтенсифікацію дихання у мікрородості. Проте, варто зауважити, що вміст хлорофілу *a* у *D. communis* за 26 °С, порівняно з 20 °С, навпаки, зменшувався. Вважають, що при зниженні функціональної активності фотосинтетичного апарату домінуюче значення за несприятливих умов має метаболічна трансформація різних ланок дихального обміну [1].



**Рис. 4.** Зміни активності цитохромоксидази у представників Chlorophyta (*Desmodesmus communis* – А; *Tetraedron caudatum* – Б) та Cyanoprokaryota (*Aphanocapsa planctonica* – В; *Phormidium autumnale* f. *uncinata* – Г) за різних температур.

За температури 32 °С у *D. communis* на експоненціальній фазі росту активність ЦХО була помітно вищою, ніж при 20 та 26 °С, а на стаціонарній фазі, навпаки, – нижчою і практично повністю пригнічувалася. Це вказує на те, що за температурних умов, які виходять за межі оптимальних для росту водоростей, відбувається порушення функціонування дихального ланцюга.

Згідно з одержаними даними, у *T. caudatum* при 26 °С, порівняно з 20 °С, на 14-добу величина досліджуваного показника була більшою у 5 разів, проте надалі (на 28-у добу) вона зменшилася у 1,2 рази (див. рис. 4Б). За впливу температури 32 °С у *T. caudatum* динаміка функціонування ЦХО була аналогічною, як у *D. communis*. На експоненціальній фазі росту культури за цієї температури активність ферменту була вищою у 4,6 рази, ніж при 20 °С, тоді як на стаціонарній фазі вона повністю інгібувалася. Однак, як засвідчують результати наших досліджень, сукцинатдегідрогеназа при цьому зберігала високу активність (див. рис. 3Б).

У ряді робіт показано, що за дії стресових температур у рослин відбувається інгібування основного (цитохромного) шляху транспорту електронів і активація альтернативного, пов'язаного із функціонуванням альтернативної оксидази [11, 13, 16]. Блокування (або інгібування) транспорту електронів по цитохромному ланцюгу призводить до інгібування циклу Кребса та активації гліколізу. Альтернативна оксидаза дає можливість продовжувати

функціонувати циклу трикарбонових кислот в умовах, коли цитохромний шлях блокується або обмежується наявністю АДФ [17]. Саме з індукцією альтернативної оксидази, на нашу думку, пов'язане збереження високої активності СДГ у водоростей.

У представників *Synechococcus* за мінімальної температури упродовж усього періоду досліджень простежувалося зменшення активності ЦХО (рис. 4В та 4Г). У *Aph. planctonica* за температури 20 °С, порівняно з 26 °С, реакційна здатність ферменту була нижчою у 1,7-1,9 рази, а у *Ph. autumnale* f. *uncinata* – у 1,7 рази. Слід відмітити, що реакційна здатність СДГ за цих температурних умов була також меншою. Відмічений факт свідчить про уповільнення функціонування дихального ланцюга та циклу Кребса у ціанопрокаріот за найнижчої із досліджуваних температур.

За максимальної температури на 14-у добу культивування у *Aph. planctonica* рівень активності ферменту був вищим, ніж за 20 °С та 26 °С, відповідно, у 3,2 та 1,8 рази, а у *Ph. autumnale* f. *uncinata* – у 2,1 та 1,2 рази, відповідно. На 28-у добу у обох ціанопрокаріот за 32 °С відбувалося інгібування реакційної здатності ЦХО. Це узгоджується з одержаними нами даними щодо змін активності СДГ. Повне інгібування активності ЦХО та СДГ свідчить про пригнічення аеробного дихання. Процеси енергозабезпечення у *Aph. planctonica* та *Ph. autumnale* f. *uncinata* за цих умов відбуваються, очевидно, анаеробним шляхом.

### Висновки

Максимальні величини сухої маси зелених водоростей *D. communis* та *T. caudatum* спостерігалися за температури 20 °С, а мінімальні – 32 °С. Натомість найбільша суха маса ціанопрокаріоти *Aph. planctonica* відзначалася за температури 32 °С, а найменша – при 20 °С.

При підвищенні температури вирощування з 20 °С до 26 °С та 32 °С концентрація основного фотосинтетичного пігменту – хлорофілу *a* у *D. communis* та *T. caudatum* знизилася, а у *Aph. planctonica* та *Ph. autumnale* f. *uncinata*, навпаки, збільшилася. Отже, за температурних умов, які виходять за межі оптимальних для росту водоростей вміст хлорофілу *a* у їх сухій масі знижується. Цей факт важливо враховувати при оцінці біомаси фітопланктону за показниками хлорофілу *a* в практиці гідробіологічних досліджень.

У обох зелених водоростей за температурних режимів 20 °С, 26 °С та 32 °С значних відмінностей у активності СДГ не спостерігалось, що свідчить про відсутність суттєвих змін у функціонуванні циклу трикарбонових кислот. Динаміка показників активності цитохромоксидази за температур 26 та 32 °С, порівняно з 20 °С, у *D. communis* та *T. caudatum* носила фазний характер: якщо на експоненціальній фазі росту культур реакційна здатність ферменту стрімко зростала, то з переходом на стаціонарну фазу росту – або практично не змінилася (при 26 °С), або повністю інгібувалася (при 32 °С).

У представників *Synechococcus* за мінімальної температури (20 °С) показники активності сукцинатдегідрогенази та цитохромоксидази були меншими, ніж за 26 °С. Разом з тим за максимальної температури (32 °С), порівняно з іншими досліджуваними, на 14-у добу росту культур реакційна здатність обох ферментів значно зросла, а на 28-у добу – знизилася, що може свідчити про перебудови в дихальному метаболізмі *Aph. planctonica* та *Ph. autumnale* f. *uncinata* за даних температурних умов.

1. Астафурова Т. П. Взаимосвязь фотосинтеза и дыхания при адаптации растений к условиям гипобарической гипоксии: автореф. дис. на соискание ученой степени докт. биол. наук: спец. 03.00.12 «физиология растений» / Т. П. Астафурова. — С.-Петербург, 1997. — 42 с.
2. Боднар О. І. Адаптивні властивості водоростей за дії іонів металів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.17 «гідробіологія» / О. І. Боднар. — Київ, 2009. — 23 с.
3. Водоросли: Справочник / [под ред. С. П. Вассера]. — Киев: Наук. думка, 1989. — 605 с.
4. Кондрашова М. Н. Взаимодействие процессов переаминирования и окисления карбоновых кислот при разных функциональных состояниях ткани / Н. М. Кондрашова // Биохимия. — 1991. — Т. 56, № 3. — С. 388—404.
5. Методы биохимических исследований: Учеб. пособ. / [под ред. М. И. Прохоровой]. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. — 273 с.
6. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / [под ред. А. В. Топачевского]. — К.: Наук. думка, 1975. — 247 с.

7. Мухутдинов В. Ф. Продуктивность фитопланктона и гидрохимический режим Юмагузинского водохранилища (р. Белая, Башкортостан) в первые годы его существования: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.02.10 «гидробиология» / В. Ф. Мухутдинов. — Борок, 2013. — 21 с.
8. Незбрицкая И. Н. Механизмы резистентности водорослей к высоким температурам (обзор) / И. Н. Незбрицкая, А. В. Курейшевич // Гидробиологический журнал. — 2013. — Т. 49, № 6. — С. 37—55.
9. Сафиуллина Л. М. Устойчивость почвенной водоросли *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd (Eustigmatophyta) к действию высоких температур / Л. М. Сафиуллина // Известия Самарского научного центра РАН. — 2011. — Т. 13, № 5 (2). — С. 212—215.
10. Федорин Д. Н. Световая регуляция функционирования сукцинатдегидрогеназы в листьях растений: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.00.12 «физиология и биохимия растений» / Д. Н. Федорин. — Воронеж, 2007. — 24 с.
11. Borovik O. A. The relationships among an activity of the alternative pathway respiratory flux, a content of carbohydrates and a frost-resistance of winter wheat / [O. A. Borovik, O. I. Grabelnych, N. A. Koroleva et al.] // J. of Stress Physiol. & Biochem. — 2013. — Vol. 9, N 4. — P. 241—250.
12. Protein measurement with the Folin-Phenol reagent / [O. H. Lowry, N. I. Rosenbroug, A. L. Farr, R. I. Randall] // J. Biol. Chem. — 1951. — Vol. 193, N 1. — P. 265—275.
13. Searle S Y. Respiratory alternative oxidase responds to both low- and high-temperature stress in *Quercus rubra* leaves along an urban-rural gradient in New York / [S. Y. Searle, D. S. Bitterman, S. Thomas et. al.] // Functional Ecology. — 2011. — Vol. 25, N 5. — P. 1007—1017.
14. Soulimane T. Structure and mechanism of the aberrant ba3-cytochrome c oxidase from *Thermus thermophilus* / [T. Soulimane, G. Buse, G. P. Bourenkov et al.] // EMBO J. — 2000. — Vol. 19, N 8. — P. 1766—1776.
15. Straus W. Colometric microdetermination of cytochrome c oxidase / W. Straus // J. Biol. Chem. — 1954. — Vol. 207, N 2. — P. 733.
16. Vanlerbergh G. C. Alternative oxidase: a mitochondrial respiratory pathway to maintain metabolic and signaling homeostasis during abiotic and biotic stress in plants / G. C. Vanlerbergh // Int. J. Mol. Sci. — 2013. — Vol. 14, N 4. — P. 6805—6847.
17. Wagner A. M. Structure and function of the plant alternative oxidase: its putative role in the oxygen defence mechanism / A. M. Wagner, A. L. Moore // Biosci. Rep. — 1997. — Vol. 17, N 3. — P. 319—333.

И. Н. Незбрицкая, А. В. Курейшевич, О. В. Василенко, О. И. Боднар

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

#### ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ CHLOROPHYTA И CYANOPROKARYOTA ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Исследованы изменения сухой массы, концентрации хлорофилла *a*, активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и цитохромоксидазы в некоторых видов *Chlorophyta* (*Desmodesmus communis*, *Tetraedron caudatum*) и *Cyanoprokaryota* (*Aphanocapsa planctonica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata*) при разных температурных режимах - 20, 26, 32 °С. Максимальная величина сухой массы *D. communis* и *T. caudatum* отмечалась при температуре 20 °С, а *Aph. planctonica* - 32 °С. При температурных условиях, которые выходят за пределы оптимальных для роста исследуемых видов водорослей и цианопрокариот, содержание хлорофилла *a* в их сухой массе снижалось. В зеленых водорослей при исследуемых температурных условий выращивания существенных изменений в функционировании СДГ не происходило. Зато в цианопрокариот с выходом культур на стационарную фазу роста при высокой температуре наблюдалось полное ингибирование активности СДГ. Изменения показателей активности цитохромоксидазы по исследуемых температурных режимов у представителей *Chlorophyta* и *Cyanoprokaryota* имели сходный характер и зависели не только от температуры, но и фазы роста культур.

*Ключевые слова:* температура, *Chlorophyta*, *Cyanoprokaryota*, сухая масса, хлорофилл *a*, сукцинатдегидрогеназа, цитохромоксидаза



I. N. Nezbytska, A. V. Kureyshevich, O. V. Vasylenko, O. I. Bodnar

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Ukraine

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

CHANGES OF SOME PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICES OF CHLOROPHYTA AND CYANOPROKARYOTA REPRESENTATIVES AT DIFFERENT TEMPERATURES

Different temperature regime (20, 26, 32 °C) effect on the changes of dry weight, chlorophyll *a* content and key enzymes of respiratory metabolism activity (succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase) in some species of Chlorophyta (*Desmodesmus communis*, *Tetraedron caudatum*) and Cyanoprokaryota (*Aphanocapsa planctonica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata*) was investigated.

With the cultivation temperature of green microalgae *Desmodesmus communis* and *Tetraedron caudatum* increasing from 20 °C to 26 °C and 32 °C, the decrease of dry mass is observed that indicates the inhibition of their growth processes. At the same time the increase of dry weight at temperatures of 26 °C and 32 °C as compared with 20 °C in representatives of Cyanoprokaryota *Aphanocapsa planctonica* was noted. This fact indicates that this species of Cyanoprokaryota is more adapted to existence at higher temperatures than the studied species of Chlorophyta.

In response to the cultivation temperature changing from 20 °C to 26 °C and 32 C the chlorophyll *a* concentration in dry weight of green algae *Desmodesmus communis* and *Tetraedron caudatum* decreased, and of Cyanoprokaryota representatives - *Aphanocapsa planctonica* and *Phormidium autumnale* f. *uncinata*, conversely, increased. Thus, at temperature conditions that are outside of the optimal for algae growth of species Chlorophyta and Cyanoprokaryota investigated the chlorophyll *a* content in their dry mass decreased. It is important to consider this fact when evaluating phytoplankton biomass by chlorophyll *a* indices in the hydrobiological research practice. Chlorophyll *a* content decrease observed in green algae under the influence of elevated temperature may indicate, on the one hand, the inhibition of pigment biosynthesis, and, on the other hand, the acceleration of its destruction.

It has been established that the activity of respiratory metabolism enzymes (succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase) depends on the temperature regime of cultivation, the age and culture species. In both green algae at the studied temperatures (20 °C, 26 °C and 32 °C) there were no considerable differences in the succinate dehydrogenase activity that indicates the absence of significant changes in tricarboxylic acid cycle functioning. The dynamics of cytochrome oxidase activity indices under the influence of culture medium temperature of 26 C and 32 C as compared with 20 C in *Desmodesmus communis* and *Tetraedron caudatum* had a phase character: if the reactivity of the enzyme is rapidly increased in the exponential growth phase (the 14<sup>th</sup> day), then with the culture reaching the stationary phase of growth (the 28<sup>th</sup> day) it remained almost unchanged (at 26 °C) or was completely inhibited (at 32 °C). Significant inhibition of the cytochrome oxidase activity under the influence of maximal temperature indicates a violation of the mitochondrial respiratory chain functioning in representatives of Chlorophyta. The saving of the succinate dehydrogenase high activity in these conditions is probably caused by the alternative pathway of electron transport activation, related with the functioning of alternative oxidase.

The indices of succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activity in representatives of Cyanoprokaryota *Aphanocapsa planctonica* and *Phormidium autumnale* f. *uncinata* were smaller at minimal temperature (20 °C) than at the temperature of 26 C. This is consistent with the results of our research concerning the lowest dry weight and chlorophyll *a* content in representatives of Cyanoprokaryota at the specified temperature regime of culture medium and it indicates a slowdown of their metabolism.

In conditions of the maximal temperature effect (32 °C) compared with the other investigated on the exponential growth phase of cultures *Aphanocapsa planctonica* and *Phormidium autumnale* f. *uncinata* the reactivity of the both enzymes significantly increased while with culture reaching the stationary phase of growth the reactivity, in contrast, decreased. Cytochrome oxidase and succinate dehydrogenase activities significant decrease with Cyanoprokaryota cultures aging at 32 °C indicates the inhibition of aerobic respiration in them. Obviously the processes of energy supply in

*Aphanocapsa planctonica* and *Phormidium autumnale* f. *uncinata* occur anaerobically under these conditions.

*Keywords:* temperature, Chlorophyta, Cyanoprokaryota, chlorophyll a, succinate dehydrogenase, cytochrome oxidase

Рекомендує до друку

Надійшла 20.01.2016

О. Б. Столяр

УДК 597.551.2+597.552.1:577.152.2:546.723

О. О. РАБЧЕНЮК, В. Я. БИЯК, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ

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

## **АКТИВНІСТЬ ТРАНСАМІНАЗ В ОРГАНІЗМІ ПРІСНОВОДНИХ РИБ ЗА ДІЇ ЙОНІВ ЗАЛІЗА**

Стаття присвячена вивченню біологічних закономірностей адаптації риб до дії металів. Досліджено вплив підвищених концентрацій (2 і 5 ГДК) йонів заліза у водному середовищі на активність трансаміназ (аланінамінотрансфераза і аспартатамінотрансфераза) в печінці та сироватці крові коропа *Cyprinus carpio* L. і щуки *Esox Lucius* L.

Показано, що підвищені концентрації йонів заліза в значній мірі модулюють функціональну активність амінотрансфераз в тканинах досліджуваних видів риб. Високий рівень досліджуваного металу у воді призводить до порушення процесів переамінування в організмі риб.

*Ключові слова:* трансамінази, прісноводні риби, печінка, сироватка крові, йони заліза

У процесах метаболізму амінокислот важливу роль відіграють амінотрансферази, ферменти, які беруть участь у процесах біосинтезу і розпаду амінокислот, об'єднанні шляхів вуглеводного, ліпідного та білкового обміну, а також синтезі деяких специфічних сполук, зокрема таких як сечовина та  $\gamma$ -аміномасляна кислота [3].

На певній стадії метаболізму в більшості амінокислот  $\alpha$ -аміногрупа відщеплюється в результаті ферментативної реакції переамінування (трансамінування). При цьому  $\alpha$ -аміногрупа переноситься до  $\alpha$ -вуглецевого атома однієї із трьох кетокислот – пірвіноградної,  $\alpha$ -кетоглутарової або щавелевоцтової, в результаті чого утворюється  $\alpha$ -кетокислота вихідної амінокислоти, а  $\alpha$ -кетокислота перетворюється у відповідну амінокислоту [10].

Реакції переамінування (трансамінування) каталізуються трансаміназами, вони легко оборотні, а їх константи рівноваги близькі до одиниці. Трансамінази широко розповсюджені в тканинах тварин, володіють високою резистентністю до фізичних, хімічних і біологічних впливів, мають високу каталітичну активність. Найбільш активними трансаміназами у людини і тварин, у тому числі й у гідробіонтів, є аланінамінотрансфераза (АлАТ) та аспартатамінотрансфераза (АсАТ). Добре вивчені зазначені ферменти у різних класів хребетних, включно і у риб [6].

Встановлено, що найвищу активність АлАТ і АсАТ проявляють за певної температури і оптимальних значень рН [15]. Оптимум рН для АлАТ і АсАТ зрілих яйцеклітин білого амура лежить в межах 7,5-7,6, а оваріальної рідини від 8,5 до 9,1 [5]. Для АсАТ м'язів та АлАТ печінки коропа оптимальне значення рН =7,5, а для АсАТ печінки виявлено два максимуми активності при рН=6,5 та 8,5 [15]. Окрім температури та величини рН на активність амінотрансфераз впливають деякі низькомолекулярні компоненти, зокрема піридоксаль-5-фосфат – кофермент амінотрансфераз [6]. Регулювати активність амінотрансфераз в яйцеклітинах і зародках риб можна шляхом додавання в інкубаційне середовище деяких

низько- та високомолекулярних сполук. Так, активність АлАТ в незапліднених яйцеклітинах в'юна, витриманих протягом двох годин у водному середовищі, яке містило аспарагінову кислоту, зростає в 4 рази, а активність АсАТ за впливу глютамінової кислоти зменшується на 35% [8]. Активність першого ферменту зростає і в результаті додавання у водне середовище щавелевооцтової кислоти [6].

Експериментальні дані свідчать про значну роль реакцій переамінування в процесах забезпечення толерантності організму гідробіонтів до токсикантів [11]. Відмічено важливе значення трансаміназ в адаптивному перерозподілі азотистих резервів організму [14]. На основі відомих даних про зростання в тканинах гідробіонтів вмісту одних амінокислот та зменшення рівня інших за дії аміаку [1] та йонів важких металів [7] можна припустити, що роль трансаміназ полягає не стільки в прямій детоксикації ксенобіотиків, скільки у адаптивному перерозподілі білкових та амінокислотних резервів організму, пов'язаних як безпосередньо із детоксикацією, так і її енергетичним забезпеченням.

Виходячи із сказаного, метою нашого дослідження стало вивчення впливу йонів заліза ( $Fe^{3+}$ ) на активність аланін- та аспартатамінотрансфераз в організмі двох видів прісноводних риб – коропа (*Cyprinus carpio* L.) та щуки (*Esox Lucius* L.).

### Матеріал і методи досліджень

Досліди проводили на коропах та щуках дворічного віку масою 300-350 г. Для дослідження риб відбирали з водойм безпосередньо перед експериментом шляхом тралового відлову. Після цього їх транспортували в лабораторію де вони утримувалися в акваріумах об'ємом 200 л по п'ять особин. Йони заліза вносили у воду акваріумів, де були дослідні групи риб у вигляді солі  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  до досягнення концентрації йонів металу, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським ГДК (відповідно 0,2 та 0,5 мг/дм<sup>3</sup>). Акламацію риб здійснювали протягом 14 діб. Воду в акваріумах змінювали щодоводово. Під час досліду риб не годували.

Активність аланін- та аспартатамінотрансферази (КФ 2.6.1.2 і 2.6.1.1) визначали за методом Пасхіної Т.С. [12]. Інкубаційна суміш містила: 0,01 М калій-фосфатний буфер (рН=7,4); 200 мМ DL-аланіну або DL-аспартату; 0,2 мМ 2-оксоглутарату. Гідразони кетокислоти, що утворилися після інкубації реакційної суміші з розчином 2,4-динітрофенілгідразину, екстрагували водонасиченим толуолом і фотометрували при 420 нм. Активність ферменту виражали в ммоль пірвіноградної кислоти / мл-год. Отримані дані опрацьовано статистично [9].

### Результати досліджень та їх обговорення

Отримані нами дані свідчать про те, що підвищені концентрації йонів заліза у воді впливають на активність амінотрансфераз в тканинах досліджених видів риб. Так, зокрема, в організмі коропа (табл. 1) активність аланінамінотрансферази в печінці знижується за дії металу в концентрації 2 ГДК на 3,5 %, в той час як за дії металу в кількості 5 ГДК вона зростає на 20,3%. Активність аланінамінотрасферази в сироватці крові значно нижча ніж у печінці. При цьому під впливом йонів заліза в кількості 2 ГДК її активність знижується на 17,0 % і зростає на 73,5 % за дії металу в концентрації 5 ГДК.

Таблиця 1

Активність трансаміназ в тканинах коропа за дії йонів заліза (мкмоль ПВК/мл-год),  $M \pm m$ , n=5

Серії дослідів	АлАТ	АсАТ
Печінка		
Контроль	10,28±0,32	3,39±0,27
2 ГДК	9,90±0,66	4,97±0,32
5 ГДК	12,34±0,18*	5,14±0,11*
Сироватка крові		
Контроль	0,53±0,07	1,79±0,25
2 ГДК	0,44±0,13	1,51±0,49
5 ГДК	0,92±0,08*	0,99±0,17*

Примітка. \* - зміни порівняно з контролем вірогідні (P<0,05)

Посилення в тканинах коропа активності аланінамінотрансферази за дії високої концентрації металу (5 ГДК), очевидно, пов'язане з активацією системи детоксикації аміаку, яка полягає у синтезі аланіну і спрямована на підтримання кислотно-лужного гомеостазу шляхом зв'язування аміаку піруватом. В літературі є дані про зміщення рівноваги реакції в бік утворення аланіну за інтоксикації, а відтак його накопичення в організмі [2].

При дослідженні активності аспартатамінотрансферази в тканинах коропа (табл. 1) було показано, що активність цього ферменту в печінці зростає за дії обох досліджених концентрацій заліза. При 2 ГДК металу у воді цей показник зростає на 46,6 %, а при 5 ГДК – на 51,6 %, що свідчить про активну участь цього ферменту в процесах детоксикації. Авторами [15] в печінці коропа було виявлено два максимуми активності аспартатамінотрансферази при рН 6,5 і 8,5, що вказує на те, що досліджуваний фермент печінки складається із цитоплазматичної та мітохондріальної форм. Таке явище, очевидно, є результатом адаптації риб до дії йонів важких металів, до яких належать і йони заліза, та спрямоване на підтримання процесів переамінування в печінці риб в більш широких межах рН.

Динаміка зміни активності аспартатамінотрансферази в сироватці крові при дії досліджуваного металу протилежна до динаміки змін її активності в печінці риб. Вона знижується на 15,6 % при 2 ГДК заліза та на 44,7 % при 5 ГДК. Отже, зміна активності трансаміназ в сироватці крові коропа за дії йонів заліза є пристосуванням ферментного апарату клітин крові до різних умов існування.

При дослідженні трансаміназ в тканинах щуки нами також виявлені певні зміни їх активності за дії йонів заліза (табл. 2). Так, активність аланінамінотрансферази в печінці риб дещо знижується при обох значеннях досліджених ГДК. При 2 ГДК металу у воді на 20,8 %, а при 5 ГДК – на 21,7 %. В крові ж щуки, навпаки, активність цього ферменту зростає на 37,1 % при 2 ГДК та на 19,6 % при 5 ГДК заліза у воді. Підвищення активності аланінамінотрансферази в сироватці крові риб, можливо, пов'язане з участю цього ферменту у процесах детоксикації аміаку, який утворюється в організмі риб за умов токсикозу, викликаного йонами важких металів. Принцип дії полягає у зв'язуванні аміаку в місцях його утворення в нетоксичний глутамін (глутамінсинтезна реакція), транспорт його з током крові до зябер з наступним розщепленням глутаміназою і виведенням аміаку в зовнішнє середовище [1].

Таблиця 2

Активність трансаміназ в тканинах щуки за дії йонів заліза (мкмоль ПВК/мл·год),  $M \pm m$ ,  $n=5$

Серії дослідів	АлАТ	АсАТ
Печінка		
Контроль	10,22±0,34	7,43±0,59
2 ГДК	8,09±0,74	7,89±0,34
5 ГДК	8,00±0,10*	6,97±0,27
Сироватка крові		
Контроль	1,94±0,12	2,26±0,32
2 ГДК	2,66±0,17*	3,92±0,16*
5 ГДК	2,32±0,17	2,72±0,55

Примітка. \* - зміни порівняно з контролем вірогідні ( $P < 0,05$ )

При вивченні активності аспартатамінотрансферази нами виявлено незначні відхилення від контролю цього показника в печінці щуки. Він збільшувався на 6,2 % при 2 ГДК заліза у воді і зменшувався на 6,2 % при 5 ГДК металу. При цьому в крові даного виду риб зміни активності аспартатамінотрансферази були більш значними. Так, при 2 ГДК цей показник зростав на 73,4 %, а при 5 ГДК – на 20,3 %.

Активация аспартатамінотрансферази є основною ланкою малат-аспартатного човникового шляху, який посилює своє функціонування при стимуляції фізіологічних функцій організму [10]. Аспартатамінотрансфераза, шунтуючи цикл Кребса, веде до того, що активно окиснюється не лимонна, а бурштинова кислота. Таким чином, головною функцією швидкого шляху генерації енергії є прискорене утворення і окиснення бурштинової кислоти, що дає

організму можливість одержати швидше більше молекул АТФ, ніж при окисненні інших інтермедіатів циклу трикарбонових кислот [4].

Згідно отриманих даних слід вважати, що реакція систем переамінування за дії йонів важких металів [7] та заліза зокрема має тканинну та видову специфіку і залежить від концентрації металу у водному середовищі. Адаптація організму риб до дії токсиканта полягає у мобілізації пулу інтермедіатів та перебудові обміну речовин у напрямку протидії на вплив зовнішнього стрес-фактору. Роль трансаміназ у цьому процесі полягає у перерозподілі амінокислотних резервів з метою використання одних для детоксикації аміаку (глутамат, аспартат, аланін), інших – в енергетичних цілях у зв'язку із зростанням енерговитрат організму на процеси адаптації [13].

Загалом, реакція системи переамінування в тканинах досліджених прісноводних риб за дії високих концентрацій йонів заліза свідчить про перебудову амінокислотного та білкового метаболізму з метою забезпечення енергетичної та пластичної адаптації до стрес-дії токсиканта.

### Висновки

Утримання прісноводних риб (короп та щука) протягом 14-ти діб у воді з підвищеним вмістом йонів заліза (2 та 5 ГДК) призводить до дозозалежного та тканинноспецифічного впливу на активність аланін- і аспартатамінотрансфераз.

1. Грубінко В. В. Адаптивні реакції риб до дії аміаку водного середовища: автореф. дис... докт. біол. наук: 03.00.18 / 03.00.04 / В. В. Грубінко. — К., 1995. — 44 с.
2. Грубінко В. В. Динаміка амінокислот і амідів у прісноводних риб при дії амонію / В. В. Грубінко, О. М. Арсан // Доповіді НАН України. — 1991. — Сер. Б, № 3. — С. 142—145.
3. Диксон М. Ферменты / М. Диксон, Э. Уэбб. — М.: Мир, 1982. — Т. 1. — 390 с.
4. Кондрашова М. Н. Взаимодействие процессов переаминирования и окисления карбоновых кислот при различных функциональных состояниях ткани / М. Н. Кондрашова // Биохимия. — 1991. — Т. 56, Вып. 3. — С. 388—405.
5. Коновалов Ю. Д. Аланин- и аспартатаминотрансферазная активность в яйцеклетках, овариальной и перивителлиновой жидкостях белого амура / Ю. Д. Коновалов // Укр. биохим. журн. — 1979. — Т. 51, № 6. — С. 592—595.
6. Коновалов Ю. Д. Свойства, локализация, роль и возможные пути регуляции активности протеиназ и аминотрансфераз в раннем онтогенезе рыб / Ю. Д. Коновалов // Усп. совр. биол. — 1986. — Т. 101, Вып. 3. — С. 359—373.
7. Курант В. З. Роль білкового обміну в адаптації риб до дії йонів важких металів: автореф. дис... докт. біол. наук: 03.00.10 / В. З. Курант. — К., 2003. — 38 с.
8. Кусень С. Й. Вплив амінокислот, гормонів і актиноміцину Д на активність амінотрансфераз у незаплідненій ікрі в'юна (*Misgurnus fossilis*) / С. Й. Кусень, И. С. Пашковська // Укр. биохим. журн. — 1973. — Т. 45, № 5. — С. 565—570.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
10. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т. Т 1. Пер. с англ. / А. Ленинджер. — М.: Мир, 1985. — 365 с.
11. Лукьяненко В. И. Общая ихтиотоксикология / В. И. Лукьяненко. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. — 320 с.
12. Пасхина Т. С. Инструкция по определению глутамикоаспарагиновой и глутамикоаланиновой трансаміназ (аминотрансфераз) в сыворотке крови человека / Т. С. Пасхина. — М.: Здоровье, 1974. — 22 с.
13. Сидоров В. С. Аминокислоты рыб / В. С. Сидоров // Биохимия молодежи пресноводных рыб. — Петрозаводск, 1985. — С. 103—137.
14. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. — М.: Мир, 1988. — 568 с.
15. Яковенко Б. В. Влияние температуры и рН среды на активность некоторых аминотрансфераз в тканях карпа / Б. В. Яковенко, В. З. Курант, А. Ф. Явоненко // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17, № 2. — С. 69—72.

*Е. А. Рабченко, В. Я. Бияк, В. А. Хоменчук, В. З. Курант*

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**АКТИВНОСТЬ ТРАНСАМИНАЗ В ОРГАНИЗМЕ ПРЭСНОВОДНЫХ РЫБ ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА**

Статья посвящена изучению биохимических закономерностей адаптации рыб к воздействию металлов. Исследовано влияние повышенных концентраций (2 и 5 ПДК) ионов железа в водной среде на активность трансаминаз (аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза) в печени и сыворотке крови карпа *Cyprinus carpio* L. и щуки *Esox Lucius* L.

Показано, что повышенные концентрации ионов железа в значительной степени модулируют функциональную активность аминотрансфераз в тканях исследуемых видов рыб. Высокий уровень исследуемого металла в воде приводит к нарушению процессов переаминирования в организме рыб.

*Ключевые слова: трансаминазы, пресноводные рыбы, печень, сыворотка крови, ионы железа*

*O. O. Rabchenyuk, V. Y. Byyak, V. O. Khomenchuk, V. Z. Kurant*

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

**ACTIVITY OF TRANSAMINASES IN THE ORGANISM OF FRESHWATER FISHES UNDER THE INFLUENCE OF IRON IONS**

The influence of high concentrations (2 and 5 MPC) of iron ions in the water environment on the activity of transaminases (alaninaminotransferase and aspartataminotransferase) in the liver and blood serum of the carp *Cyprinus carpio* L. and the pike *Esox lucius* L. has been investigated in the article.

It has been demonstrated that one of the important factors, that determines metabolic patterns in the organism of hydrobionts under the influence of heavy metals (iron), is the level of the functional ferment activity of protein metabolism (transaminases).

The high level of investigated metal in water leads to changes of the content of amino acids in fish tissues and also to the violation of their metabolism. The results demonstrate, that the activity of ferments (alanin- and aspartataminotransferases) under the influence of experimental concentrations (2 and 5 MPC) of iron has been changed.

The article is devoted to the research of biochemical regularity of the transaminase activity and the role of protein metabolism in the adaptation of fishes to the toxic influence of heavy metals.

*Keywords: transaminases, fishes, liver, blood serum, iron ions*

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 12.01.2016

## ОГЛЯДИ

УДК [582.542.11+613.11]: [608.32:502/504 + 292.33]

О. М. ЗАГРИЧУК, Н. М. ДРОБИК

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

### **DESCHAMPSIA ANTARCTICA DESV.: ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДУ, ЙОГО ПОШИРЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ДО ІСНУВАННЯ В УМОВАХ АНТАРКТИКИ**

Проведено огляд літературних джерел, що стосуються характеристики вищої судинної рослини *Deschampsia antarctica* Desv., що росте і вегетує в жорстких кліматичних умовах Антарктики. Охарактеризовано біологічні та анатомо-морфологічні ознаки виду; розглянуто фактори поширення виду та особливості його адаптації до існування в умовах низьких температур, світлового стресу, ультрафіолетового випромінювання, нестачі вологи, збіднених ґрунтів та засолення. Для оцінки адаптивної здатності *D. antarctica* до несприятливих умов існування дослідниками пропонується використовувати зведений латентний показник пристосовуваності для кожної популяції.

*Ключові слова:* *Deschampsia antarctica* Desv., характеристика виду, поширення, адаптивні реакції

Щучник антарктичний (*Deschampsia antarctica* Desv.) та колобантус кіто (*Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.) – два види вищих судинних рослин, що зростають у складних кліматичних умовах Прибережної та Острівної Антарктики. Фізіологічні, анатомічні та ультраструктурні особливості *D. antarctica* сформувалися від впливом таких абіотичних факторів, як низькі температури, значна засоленість, сильні шторми та повені, інтенсивне ультрафіолетове випромінювання [13, 52, 55]. Росте *D. antarctica* на вільних від льодового покриву ділянках у мохово-лишайникових пустелях на сонячному боці і схилах гір у кам'янистому ґрунті, що добре прогрівається сонцем. Рослини можуть поселятися на скельних карнизах і в ущелинах [17, 69, 66].

#### **Анатомо-морфологічні особливості та ботанічна характеристика *D. antarctica***

*D. antarctica* – трав'яниста квіткова рослина класу Однодольні родини Злакові. Довжина стебел від 3 до 25 см, молоді пагони розташовуються в піхві листка, листки сидячі, лінійні. Це багаторічна рослина, великі особини якої досягають майже 35-40 річного віку. Відмирання рослин часто спостерігається із середини клону; а повторний цикл розвитку починається, коли рослина розвивається на новому місці [45, 54].

*D. antarctica* здебільшого формує дернисті угруповання або зустрічається поодинокі. Вегетативне розмноження виду відбувається шляхом розростання щільної куртини від одного метра до десятків кілометрів. Зрідка рослини розвиваються відособлено, формуючи куртину до 1 м шириною і 25 см заввишки [18, 28, 33, 37]. Найшвидший розвиток рослин відбувається на морському узбережжі [19, 28, 53].

*D. antarctica* володіє анатомо-морфологічними пристосуваннями, характерними для більшості рослин високих широт, що підвищують їхню морозостійкість і фотосинтетичну активність, а саме: невеликими розмірами і подушковидною формою куртини, висотою, в

залежності від умов, від 0,5 до 22 см, з двома-трьома або багаточисельними листками, що рано жовтіють, або насичено зеленими листками. Анатомічна будова *D. antarctica* характерна для рослин посушливих місцевостей. Продихи і щільний шар воску є тільки на верхньому боці листків, що є однією з ознак посушливих рослин [3, 55].

У результаті цитоембріологічного дослідження якості пилку і структури мікрогаметофітів кількох популяцій *D. antarctica* вченими встановлено, що, незважаючи на суворі умови зростання, процеси мікрогаметофітогенезу у рослинах виду протікають без порушень. Однак, у зрілих пиляках великий відсоток складають пилкові зерна з різним ступенем плазмозу цитоплазми або ті, що повністю дегенерували. Виявлено екземпляри, у пиляках яких формувалося менше 10% повноцінного пилку. Висока частота дегенерації зрілих пилкових зерен може спричинювати зниження насінневої продуктивності [9].

У *D. antarctica* відзначений широкий діапазон форм, які відрізняються морфологічними ознаками і розвитком тих чи інших анатомічних структур. Зокрема, в умовах підвищених місць з дефіцитом вологи, далеко від берега моря, розвиваються невеликі куртини висотою 0,5-1,5 см, утворюючи протягом вегетаційного періоду 2-3 невеликих листків, які незабаром жовтіють і сохнуть. На вологіших і багатих органікою субстратах рослини ростуть активніше і під час вегетаційного періоду утворюють 4-6 інтенсивно зелених, розташованих радіально листків. Куртини досягають висоти 10-12 см. Дані особливості повністю відповідають двом морфологічно відмінним в умовах Аргентинських островів формам *D. antarctica*: так званій «ксерофітній» (з сушіших локалітетів) і «мезофітній» (з вологіших) [33, 40].

Учені порівнювали анатомічні та ультраструктурні особливості листків *D. antarctica*, що зростали у трьох різних місцях: у сухій Антарктичній тундрі, у вологій зоні впливу морських бризів і в тепличних умовах. Вивчено відмінності біометричних показників та формування специфічних форм залежно від конкретних умов зростання [26, 39]. Показано, що рослини з сухих та гірських місцевостей відмінні за розміром, формою та кольором листків від тих, що ростуть на вологому узбережжі. Листові пластинки рослин з сухих, відкритих місць зростання стиснуті і V-подібні у зв'язку з невеликим розміром клітин [38, 39].

При дослідженні рослин *D. antarctica* з двох різних місць зростання в Антарктиці – з сухої місцевості та морського узбережжя, виявлено морфологічні відмінності розташування, форми та кольору листків. Листки рослин з посушливої місцевості характеризувалися сильнішими ксерофітними властивостями порівняно з рослинами морського узбережжя [41]. Суттєві відмінності також були виявлені в анатомічній будові коренів досліджуваних рослин. На поперечному перерізі коренів рослин *D. antarctica*, що зростають в сухих місцях, клітини і шари коренів були більш впорядкованими, ніж у рослин що ростуть на вологому узбережжі. У той же час, кореневі волоски рослин з узбережжя довші і характеризуються наявністю більшої кількості осмофільного матеріалу порівняно з рослинами з континентальних місць зростання. Автори стверджують, що в умовах надмірного зволоження анатомічні особливості кореня рослин є відображенням їх реакції на стресові фактори морського узбережжя [31, 41, 50].

#### **Абіотичні та біотичні фактори поширення виду**

Ареал поширення виду *D. antarctica* охоплює північно-західне узбережжя Антарктичного півострова, Південні Шетландські і Південні Фолклендські (Мальвінські) острови, Вогняну Землю з прилеглими островами, один із Південних Сандалових островів, а також значну частину Південно-Американських країн – Аргентину та Чілі; найпівденніша точка поширення виду знаходиться між 64° і 45° південної широти [3, 24, 33, 48, 49].

На Антарктичному узбережжі температура улітку піднімається до +5°C, а узимку опускається до -10 – -25 °C. [4, 14]. Річні суми опадів на деяких шельфових льодовиках і на північно-західному узбережжі Антарктичного півострова становлять до 700–800 і навіть 1000 мм. У зв'язку з сильними вітрами і випаданням рясних снігів, на цій території дуже частими є хуртовини [14, 20]. Інтенсивні вітри, навіть при відносно високій температурі повітря, призводять до сильного охолодження і висихання підстилаючої поверхні. Перенесення насту, кристалів льоду і дрібних частинок піску завдає механічних пошкоджень рослинам [38].

Ґрунтовий покрив Антарктиди недостатньо вивчений. За загальними підрахунками вчених, що досліджували Антарктиду, окремі вільні від льодяного покриву ділянки суші



(оазиси) займають 1–5 % території материка. І лише 5–10 % від цієї площі зайнято ґрунтами. Віддалені та ізольовані один від одного оазиси залежать від регіональних географічних факторів і створюють свій мікроклімат.

Дослідження Абакумова Є. В. та Лупачова А. В. (2011) показали, що переважаючим типом організації ґрунтових профілів в Антарктиді є петроземно-літоземний лишайникова та мохова рослинність. Орнітогенні ґрунти найчастіше поширені в прибережних оазисах, в місцях гніздування пінгвінів. Вченими виділено так звані “земноводні ґрунти” – ґрунти тимчасових водойм, в яких протягом певного відрізка часу відбувається накопичення та трансформація органічної речовини на дні (формується водоростеві, бактеріальні та змішані мати), а потім при осушенні водойми ці органо-мінеральні шари зазнають суберального перетворення і набувають рис органогенних глеєвих ґрунтів [1]. Окремим типом ґрунтів чи ґрунтоподібних тіл є реголіти, або безгумусні ґрунти, які не мають на поверхні рослинного покриву. Вони поширені в зашельфових оазисах і в сухих долинах Антарктики [63]. В останні роки науковцями розробляється концепція “ендолітного” ґрунтоутворення. Це результат трансформації гірських порід і мінералів у результаті життєдіяльності криптоендолітних мікроорганізмів безпосередньо усередині каміння [23].

Ґрунти, або ґрунтові субстрати, на яких росте *D. antarctica*, відрізняються своїм видовим складом та реакцією середовища (рН 3,6-7,4) [7, 24]. Мінералізація та гуміфікація проявляється у всіх ґрунтах Антарктики, де є органічна речовина. Корінне структурування ґрунтової маси характерне в основному для ґрунтів, що формуються під *D. antarctica* та *C. quitensis* [1, 2, 38].

Провівши комплексне флористичне дослідження на Південних Шетландських островах (півострів Фрайлдс, острів Кінг-Джордж), російські вчені відзначили дві тенденції щодо зміни та розвитку рослинності. У зв'язку із значним антропогенним впливом: великою кількістю туристів, вчених та інших відвідувачів, проведенням будівельних і дорожніх робіт, використанням важкої та гусеничної техніки і розвитком супутньої ерозії – відбувається руйнування рослинного покриву. Відмічено появу заносних (привнесених) видів рослин. У цей же, час помітне потепління клімату призводить до відступу льодовика і збільшення площі проективного покриття та розміру куртин, аж до формування обширних луговин *D. Antarctica* [4].

Вчені вважають, що через потепління клімату на планеті Антарктика може в найближчому майбутньому перетворитися на справжню квітучу галявину, оскільки *D. antarctica* стала активно заселяти нові території цього регіону. Причому цей вид заселяє території набагато швидше, ніж більш звичні для Антарктики мохи та лишайники. Це відбувається тому, що найважливішим джерелом для росту рослин антарктичної флори є неорганічні сполуки азоту і органіка у формі амінокислот. Відомо, що *D. antarctica* здатна засвоювати азот у складі пептидів через кореневу систему [67]. Дослідження, в ході якого вчені вимірювали вміст азотистих сполук у рослинах з десяти різних ділянок Антарктики, показало, що корені *D. antarctica* засвоюють азот у вигляді коротких пептидів у три рази швидше, ніж амінокислоти, нітрати і амоній та у 160 разів швидше, ніж арктичні мохи і лишайники [67].

Одним з основних чинників впливу на *D. antarctica* є розміщення колоній пінгвінів, які привносять у наземні екосистеми Прибережної Антарктики органічну речовину – гуано [47, 62, 68].

Просторовий розподіл *D. antarctica* у значній мірі залежить від місць гніздування, місць живлення птахів та місць випадкової втрати птахами життєздатного матеріалу рослини під час його транспортування [6, 15]. Виокремлюють три види птахів, які найчастіше використовують рослини для побудови своїх гнізд. Це домініканський мартин (*Larus dominicanus* Licht.), південний полярний поморник (*Catharacta maccormicki* Saunders) та бурий поморник (*Catharacta lonnbergi* Mathews) [6, 18]. *D. antarctica* та деякі види мохоподібних є основним складовим гнізд мартина домініканського *L. dominicanus*. Матеріал *D. antarctica* у гніздах представлений головним чином зрілими суцвіттями, які утворили насіння. Зважаючи на це, існує можливість генеративного поширення у випадку переносу генеративних куртин *D. antarctica* мартинами [6, 15, 18]. *D. antarctica* може приживатися в гнізді мартина шляхом повторного вкорінення, про що свідчить наявність у цієї рослини додаткових коренів, які вчені

виявили у зразках гніздового матеріалу. Можливість повторного вкорінення була також підтверджена моделюванням перенесення цих рослин птахами в умовах оази Пойнт-Томас [6, 15, 44].

Південний велетенський буревісник (*Macronectes giganteus* Gmelin) також додає до гніздового матеріалу траву *D. antarctica* [6, 15].

#### **Адаптація рослин *D. antarctica* до існування в умовах Антарктики**

##### ***Pісм і розвиток за низьких температур***

У *D. antarctica* виявлено деякі біохімічні ознаки, які мають адаптивний характер до холодного антарктичного клімату. При вивченні особливостей фотосинтетичного апарату *D. antarctica* встановлено, що в цілому у судинних рослин він добре адаптований до функціонування в умовах низьких температур, проте коли температура повітря нижча  $-2^{\circ}\text{C}$ , у цього виду, як і у всіх судинних рослин, цей апарат стає неактивним [46]. Учені зазначають, що за стресових температурних умов у відповідь на гіпотермію при адаптації до холоду у рослин синтезуються білки, які характеризуються шапероновою активністю. Шаперони з молекулярними масами 60, 70 та 90 кДа є стресовими білками, які синтезуються під дією високотих температур і відповідно їх називають білками теплового шоку (БТШ). Виявлено, що у *D. antarctica* за холодового та теплового стресів відбувається накопичення 70 кДа (Hsp 70) [33, 36, 59, 60]. У зв'язку з цим, можливо, що саме цей білок у *D. antarctica* забезпечує низькотемпературний оптимум фотосинтезу ( $+13^{\circ}\text{C}$ ).

За дії холодового стресу в *D. antarctica* змінюється інтенсивність синтезу білків дегідринів, що характеризуються високою гідрофільністю білкової молекули [11, 25, 34]. Під час зневоднення клітини під дією водного стресу ці білки завдяки своїй високій гідрофільності запобігають втраті клітиною води й стабілізують інші клітинні білки. Оскільки холодний стрес тісно пов'язаний із зневодненням клітин, то під час холодової акліматизації рослин спостерігається посилений синтез дегідринів. Ймовірно, дегідрини запобігають утворенню льоду в клітинах [11, 25, 34].

У геномі *D. antarctica* виявлено декілька генів дегідринів [25]. Частина транскриптів накопичувалась при екзогенному впливі абсцизової кислоти (АБК), а частина – під дією осмотичного і сольового стресу, що показує наявність АБК-залежного і АБК-незалежного шляхів регуляції експресії дегідринів. Вестерн-блот аналіз показав наявність семи білків дегідринів (58, 57, 55, 53, 48, 30 і 27 кДа), синтез яких індукувався за дії різних стресових факторів. У відповідь на холодний стрес ці білки накопичуються у васкулярній та епідермальній тканинах, де зазвичай розташовуються первинні зони утворення льоду [25].

У *D. antarctica* виявлено високий вміст антифризних білків серед загального пулу білків. Антифризні білки інгібують вторинну кристалізацію льоду (збільшення кристалів льоду в клітинах тканин) і, можливо, вони необхідні для виживання протягом тривалого періоду дії від'ємних, близьких до нуля температур [5]. Хоча, в цілому антифризні білки і можуть бути одним з факторів, що дозволяє рослинам переносити низькі температури навколишнього середовища, кореляція між рівнем їх активності і ареалом зростання рослин не встановлена [35].

Одним із елементів захисту рослин від від'ємних температур є накопичення в тканинах розчинних цукрів. Так, уже при температурі  $-3,6^{\circ}\text{C}$  *D. antarctica* накопичує сахарозу і низькомолекулярні полімери фруктози у кількості, що на 17% (від сухої маси), більша, ніж при температурах вищих  $+22^{\circ}\text{C}$ . Крім того, максимум акумуляції сахарози, фруктози й глюкози в листках спостерігається перед початком антарктичної зими. У *D. antarctica* досліджено ген, який кодує фермент сахарозо-фосфатсинтетазу [51]. Показано, що у відповідь на низькі температури зростає активність ферменту, але його кількість та експресія гена залишаються незмінними. Ліпідний склад біомембран також відіграє важливу роль у захисті рослин від низьких температур, регулюючи можливість току води [29]. Порівняння ліпідного складу *D. antarctica* з іншими видами рослин не виявило ніяких особливих ліпідів. Проте вміст фосфатидилгліцеролу є зниженим, що зазвичай пов'язують з підвищеною чутливістю рослин до стресу [51].

Для *D. antarctica* визначено гени, що кодують так звані IRIPs-білки (ice recrystallization inhibition proteins). Транскрипційний рівень цих генів залежить від холодової акліматизації [30, 42]. У роботі [43] описано низку генів, зокрема *DaGrx*, *DaRub1*, *Dapyk1*, що беруть участь в адаптації *D. antarctica* до холодового стресу. Крім специфічних білків у цій адаптації задіяні також інші сполуки. Визначено, що рослини *D. antarctica* накопичують у листках значну кількість сахарози – до 36% від сухої маси.

#### **Стійкість до світлового стресу та ультрафіолетового випромінювання**

Постійні низькі температури та епізодичні періоди високої освітленості є типовими в період вегетаційного сезону *D. antarctica*; ці фактори сприяють утворенню активних форм кисню і можуть бути причиною фотоінгібування [65]. Тому ефективний механізм розсіювання енергії, а також утилізація хімічно активних форм кисню сприяють виживанню у жорстких умовах. При вивченні дії низьких температур на неакліматизовані і акліматизовані до холоду особини *D. antarctica* встановлено, що нефотохімічна диссіпація суттєво залежить від енергії світла. При цьому в ході розвитку стійкості до вимушеного, але регульованого фотоінгібування флуоресценції фотосистеми II активувалися детоксуючі ферменти. Загальний вміст розчинних антиоксидантів, пігментів залежав від вибіркової активності ферментів: супероксиддисмутази, аскорбатпероксидази і глутатіонредуктази [10, 65].

Ще одним стресовим чинником для *D. antarctica* є ультрафіолетове випромінювання (УФ) ( $\lambda$  280-315 нм). Ця рослина має генетично обумовлені механізми протидії згубному впливу ультрафіолету, що є однією з ключових особливостей адаптації виду до критичних умов виживання в Антарктиді. Підвищений рівень ультрафіолетової радіації як результат виснаження стратосферного озонного прошарку (100–137 Добсонів) спричинює пошкодження рослин, хоча еволюційно сформовані у них механізми захисту від ультрафіолету можуть пом'якшувати або нівелювати цей ефект [21, 64].

Встановлено, що екстракти *D. antarctica* проявляють фотозахисні властивості, які можуть бути пов'язані з молекулами, такими як флавоноїди і каротиноїди, що виступають в якості УФ-поглинаючих молекул і антиоксидантів [57].

Для цього виду характерний вищий порівняно з іншими рослинами рівень активності супероксиддисмутази та аскорбат пероксидази, а також активний ксантофіловий цикл. Екстракти *D. antarctica* проявляють фотозахисні властивості, які можуть бути пов'язані з молекулами, такими як флавоноїди і каротиноїди, що виступають в якості УФ-поглинаючих молекул і антиоксидантів. Запропоновано, що фотохімічне гасіння і, зокрема, високий рівень антиоксидантів, допомагає *D. antarctica* протистояти фотоінгібуванню. Відносно високий антиоксидантний потенціал виду може розглядатися як одна з ключових особливостей його адаптації до критичних умов виживання в Антарктиді [16, 58, 65].

Светлова Н. Б. у співавторстві (2010) порівнювала функціональний стан фотосинтетичного апарату інтродукованих рослин *D. antarctica* (природний ареал – прибрежна зона Антарктиди) та *Decshampsia caespitosa* (L.) Beauv. (природний ареал – помірні широти Європи, Сибіру, Кавказу). Ці рослин, що є подібними за походженням, але різним за ареалом поширення, по-різному реагують на стресові впливи жорсткого ультрафіолетового випромінювання. Вчені роблять висновок про меншу деструктивну дію УФ випромінювання на фотосинтетичний апарат листків *D. caespitosa* порівняно з *D. antarctica*. Це пояснюють особливостями інтродукції *D. antarctica* в помірних широтах, а також генетично запрограмованою стійкістю *D. caespitosa* до ультрафіолетового випромінювання [22].

При дослідженні впливу ультрафіолетового випромінювання та  $H_2O_2$  на фотосинтетичний апарат *D. antarctica* та *D. caespitosa* виявлено, що УФ випромінювання викликало деградацію хлорофілу *a* та  $\beta$ -каротину в листках рослин обох видів [58]. Вміст галактоліпідів у листках рослин в умовах УФ випромінювання суттєво варіював, але спостерігався відносно стабільний вміст сульфохіновозилдіацилгліцеролу. УФ випромінювання викликало неістотне зниження рівня окиснення пулу QA в листках *D. antarctica* та підвищення цього показника в листках *D. caespitosa*. Хоча дія ультрафіолету викликала незначне зниження нефотохімічного гасіння в листках *D. caespitosa*, квантова ефективність  $\Phi_S$  II залишалася незмінною. Співвідношення між мономерними та

олігомерними формами ЛНС II (ЛНСР1/ЛНСР3) у фотосинтетичному апараті опромінених рослин *D. antarctica* та *D. caespitosa* підвищувалося особливо суттєво для *D. caespitosa*. Обробка рослин  $H_2O_2$  викликала несуттєве зниження активності супероксиддисмутази в обох видів. Пігментний склад характеризувався підвищенням вмісту каротиноїдів у листках рослин *D. antarctica* та вмісту хлорофілу *a* в обох видів. Вміст гліколіпідів у листках був стабільним, а вміст сульфохіновозилдіацилгліцеролу дещо підвищувався після обробки  $H_2O_2$  рослин *D. antarctica* [58].

Н. Ю Таран та співавтори проаналізували результати молекулярного аналізу пігмент-білкових комплексів, а також дослідили особливості ліпідного складу фотосинтетичних мембран *D. antarctica*. Вченими були ідентифіковані такі речовини: моногалактозилдіацилгліцерол (МГДГ), дигалактозилдіацилгліцерол (ДГДГ), сульфохіновазилдіацилгліцерол (СХДГ), фосфатидилгліцерол (ФГ), фосфатидилетаноламін (ФЕ), фосфатидилхолін (ФХ), фосфатидилінозитол (ФІ). Дослідниками встановлено, що для складу ліпідів фотосинтетичних мембран *D. antarctica* характерним є дещо зменшене співвідношення галактоліпідів МГДГ/ДГДГ та досить високий вміст СХДГ. Доведено, що незвичним, порівняно з іншими рослинами, є низький вміст ФГ. Здійснено біоінформаційний пошук у доступних базах даних продуктів геному *D. antarctica*, які структурно та функціонально пов'язані з пластидами. Також проведено пошук їх гомологів у протеомах *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. та *Oryza sativa* L. japonica. Виявлено кількісні відмінності в загальному вмісті світлозбиральних комплексів (СЗК II) (олігомерній та мономерній формах), вмісті хлорофілу в зоні СРа (найближчий до реакційного центру (РЦ) фотосистеми II світлозбиральний пігмент-білковий комплекс), що відповідає пігмент-білковим комплексам ближньої антени [16]. Виявлені особливості структурно-функціональних компонентів ліпід-білково-пігментного комплексу фотосинтетичних мембран *D. antarctica* є проявом активних адаптивних стратегій цього виду рослин до лімітуючих факторів Антарктики [12, 56].

Для оцінки пристосовуваності *D. antarctica* до несприятливих умов існування дослідниками запропоновано використання латентного показника пристосовуваності для кожної популяції, який може бути оцінений за низкою параметрів, які відбивають три різних рівні організації: популяційний (S – проєктивне покриття), організмовий (Ph – біометричні характеристики) та клітинний (tcDNA – відносний вміст ДНК в ядрі клітин паренхіми листків). Авторами проаналізовано шість популяцій та з'ясовано попарні відмінності між популяціями за трьома вищевказаними параметрами [8, 32].

Отже, *D. antarctica*, зважаючи на її здатність зростати в екстремальних умовах за низьких температур, світлового стресу та ультрафіолетового випромінювання, нестачі вологи, на збіднених ґрунтах в умовах засолення, є цікавим об'єктом для різнопланових досліджень механізмів адаптації до цих умов.

1. Абакумов Е. В. Почвенное разнообразие наземных экосистем Антарктики (в районах расположения российских станций) / Е. В. Абакумов, А. В. Лупачев // УАЖ. — 2011/2012. — № 10–11. — С. 222—228.
2. Абакумов Е. В. Почвы Западной Антарктики / Е. В. Абакумов // Монография. — СПбГУ, 2011. — 112 с.
3. Александров В. Я. Увеличение площади расселения злака *Deschampsia antarctica* в окрестностях российской антарктической станции Беллинсгаузен (о-ва Кинг-Джордж и Нельсон, Южные Шетландские о-ва) в связи с общим потеплением климата в регионе / В. Я. Александров, М. П. Андреев, Л. Е. Курбатова // Проблемы Арктики и Антарктики. — 2012. — № 2 (92). — С. 72—84.
4. Андреев М. П. Ботанические исследования на Южных Шетландских островах в сезоне 54-й РАС / М. П. Андреев, Л. Е. Курбатова // Российские полярные исследования. Информационно-аналитический сборник. — 2012. — № 1 (7). — С. 21—23.
5. Бильданова Л. Л. Основные свойства и особенности эволюции антифризных белков / Л. Л. Бильданова, Е. А. Салина, В. К. Шумный // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2012. — Т. 16, № 1. — С. 250—270.

6. Влияние птиц на пространственное распределение *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика) / [И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2015. — Сер. 3, Вып. 1. — С. 78—87.
7. Вплив природних та антропогенних чинників на хімічний склад ґрунтів Прибережної Антарктики / [С. Г. Корсун, І. А. Козерецька, І. Ю. Парнікоза та ін.] // Агроекологічний журнал. — 2008. — № 4. — С. 20—25.
8. Зведений латентний показник пристосовуваності *Deschampsia antarctica* Desv. як відбиток мікроумов існування в районі адміральської бухти (о. Короля Георга, Прибережна Антарктика) / [Н. Ю. Мірюта, І. Ю. Парнікоза, Г. Ю. Мірюта та ін.] // УАЖ. — 2014. — № 13. — С. 159—174.
9. Качество пыльцы и особенности структуры митогаметофита у антарктических популяций *Deschampsia antarctica* E. DESV. / [О. И. Юдакова, Т. Н. Шакина, В. С. Тырнов и др.] // Саратов: Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. — 2012. — Вып. 10. — С. 203—207.
10. Кир'яченко С.С. *Deschampsia antarctica*: генетичні та молекулярно-біологічні аспекти поширення в Антарктиці / С. С. Кир'яченко, І. А. Козерецька, С. Ракуса-Суцєвські // Цитология и генетика. — 2005. — № 4. — С. 75—80.
11. Колесниченко А.В. Белки низкотемпературного стресса у растений / А.В.Колесниченко, В. К. Войников. — Иркутск: Арт-Пресс, 2003. — 196 с.
12. Комплексне вивчення антарктичної біоти / [В. П. Поліщук, І. Ю. Костіков, Н. Ю.Таран та ін.] // УАЖ — 2009. — № 4. — С. 284—292.
13. Матвєєва Н. А. Незнайома Антарктика: рослини розкривають свої таємниці / Н. А Матвєєва // Вісн. НАН України. — 2013. — № 10. — С. 58—70.
14. Мягков С. М. Антарктида: прошлое и будущее оледенение / С. М. Мягков. — М.: Из-во МГУ, 1989. — 160 с.
15. Орнитогенные локалитеты *Deschampsia antarctica* в районе Аргентинских островов (Прибрежная Антарктика) / [И. Ю. Парникоза, Е. В. Абакумов, И. В. Дикий и др.] // Рус. орнитол. журн. — 2014. — Т. 23, Экспресс-выпуск № 1056. — С. 3095—3107.
16. Особливості складу компонентів ліпідного та пігмент-білкових комплексів фотосинтетичних мембран *Deschampsia antarctica* Desv. / [Н. Ю. Таран, О. А. Оканенко, І. П. Ожерєдова та ін.] // Доп. НАН України. — 2009. — № 2. — С. 173—178.
17. Особливості антарктичної трав'янистої тунтри в умовах різних екологічних градієнтів / [І. Ю. Парнікоза, Є. Смикла, І. А. Козерецька та ін.] // Вісн. Укр. тов-ва генетиків та селекціонерів. — 2009. — Т. 7, № 2. — С. 218—226.
18. Перенесення складових антарктичної трав'янистої тундрової формації домініканським мартином в регіоні Аргентинських островів (Прибережна Антарктика) / [І. Ю. Парнікоза, І. В. Дикий, В. Ю. Іванець та ін.] // УАЖ — 2011/2012. — № 10—11. — С. 271—281.
19. Пластичність морфогенезу та особливості репродукції рослин *Colobanthus quitensis* і *Deschampsia antarctica* в Антарктичному регіоні / [О. А. Кравець, Н. Ю. Таран, В. О. Стороженко та ін.] // УАЖ — 2011/2012. — № 10—11. — С. 302—305.
20. Страны и народы: научно-популярное географо-этнографическое издание в 20-ти томах. Австралия и Океания. Антарктида / [М. В. Андреева, А. Г. Банников, В. Р. Кабо и др.]. Гл. редкол. Ю. В. Бромлей и др. — М.: Мысль, 1981. — 301 с.
21. Таран Н. Ю. Адаптивные реакции *Deschampsia antarctica* Desv. в условиях Антарктики на действие оксидного стресса / Н. Ю. Таран, Л. М. Бацманова, А. А. Оканенко // Укр. ботан. журн. — 2007. — Т. 64, № 2. — С. 279—289.
22. Функциональное состояние фотосинтетического аппарата двух видов *Deschampsia* с различным ареалом выращивания в условиях жесткого ультрафиолетового излучения [Электронный ресурс] / Н. Б. Светлова, В. А. Стороженко, Н. Н. Топчий // Научный биологический блог. — 23 февр. 2010. — Режим доступа: <http://shmain.ru/page/112>.
23. Эндолитное почвообразование и скальный “загар” на массивно-кристаллических породах в Восточной Антарктике / [Н. С. Мергелов, С. В. Горячкин, И. Г. Шоркунов и др.] // Почвоведение. — 2012. — № 10. — С. 1027—1044.
24. A Discussion note on soil development under the influence of terrestrial vegetation at two distant regions of the Maritime Antarctic / [I. Parnikoza, S. Korsun, I. Kozeretska et al.] // Polarforschung. — 2011. — Vol. 80, № 3. — P. 181—185.
25. Accumulation of dehydrin transcripts and protein in response to abiotic stresses in *Deschampsia antarctica* / [N. Olave-Concha, S. Ruiz-Lara, X. Munoz et al.] // Antarctic Science. — 2004. — Vol. 16, № 2. — P. 175—184.

26. *Anatomical Features and Ultrastructure of Deschampsia antarctica (Poaceae) Leaves from Different Growing* / [I. Gielwanowska, E. Szczuka, J. Bednara et al.] // *Habitats Annals of Botany*. — 2005. — Vol. 96, № 6. — P. 1109—1119.
27. *Antarctic herb tundra colonization zones in the context of ecological gradient of glacial retreat* / [I. Yu. Parnikoza, D. M. Inozemtseva, O. V. Tyshenko et al.] // *Ukr. Botan. Journ.* — 2008. — Vol. 65, № 4. — P. 504—512.
28. *Catalogo de la familia Poaceae en la Republica Argentina* / [F.O. Zuloaga, E.G. Nicora, Rugolo de Agrasar et al.] // *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 47. — 1994. — P. 1—178.
29. *Change of fattyacid composition in plants during adaptation to hypothermia* / [M. A. Zhivet'ev, I. A. Graskova, L. V. Dudareva et al.] // *J. Stress Physiol. Biochem.* — 2010. — Vol. 6, № 4. — P. 51—65.
30. *Cold acclimation induces rapid and dynamic changes in freeze tolerance mechanisms in the cryophile Deschampsia antarctica E. Desv.* / [O. Chew, S. Lelean, U. P. John et al.] // *Plant Cell Environ.* — 2012. — Vol. 35. — P. 829—837.
31. *Cold resistance in Antarctic angiosperms* / [L. A. Bravo, N. Ulloa, G. E. Zúñiga et al.] // *Physiologia Plantarum*. — 2001. — Vol. 111, № 1. — P. 55—65.
32. *Comparative analysis of Deschampsia antarctica Desv. population adaptability in the natural environment of the Admiralty Bay region (King George Island, maritime Antarctic)* / [I. Parnikoza, N. Miryuta, I. Ozheredova et al.] // *Polar Biol.* — 2015. — Vol. 38, № 9. — P. 1401—1411.
33. *Deschampsia antarctica Desv. в Прибрежной Антарктике: видовая уникальность или долговременные адаптивные стратегии?* / [И. Ю. Парникоза, И. А. Козерецкая, М. П. Андреев и др.] // *Ukr. Bot. J.* — 2013. — Vol. 70, № 5. — P. 614—623.
34. *Differential accumulation of dehydrin-like proteins by abiotic stresses in Deschampsia antarctica Desv.* / N. Olave-Concha, L. A. Bravo, S. Ruiz-Lara [et al.] // *Polar Biol.* — 2005. — Vol. 28. — P. 506—513.
35. *Distribution and characterization of recrystallization inhibitor activity in plant and lichen species from the UK and maritime Antarctic* / [C. J. Doucet, L. Byass, L. Elias et al.] // *Cryobiology*. — 2000. — Vol. 40, № 3. — P. 218—227.
36. *Ecophysiology of Antarctic vascular plants* / [M. Alberdi, L. A. Bravo, A. Gutierrez et al.] // *Physiol. Plant.* — 2002. — Vol. 115, № 4. — P. 479—486.
37. *Fowbert J.A. Rapid population increases in native vascular plants in the Argentine Islands Antarctic Peninsula* / J. A. Fowbert, R.I.L. Smith // *Arct. Alp. Res.* — 1994. — № 26. — P. 290—296.
38. *Gielwanowska I. Biologiczne przystosowania roślin kwiatowych do warunków klimatycznych Antarktyki morskiej* / I. Gielwanowska // *Kosmos. Problemy nauk biologicznych*. — 2013. — T. 62. — P. 381—391.
39. *Gielwanowska I. New ultrastructural features of leaf cells organelles in Deschampsia Antarctica Desv.* / I. Gielwanowska, E. Szczuka // *Polar Biol.* — 2005. Vol. 28. — P. 951—955.
40. *Gielwanowska I. Specyfika rozwoju antarktycznych roślin naczyniowych Colobanthus quitensis (Kunth.) Bartl. i Deschampsia antarctica Desv.* / I. Gielwanowska // *Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego*. — 2005. — P. 10—73.
41. *High anatomical and low genetic diversity in Deschampsia antarctica Desv. from King George Island, the Antarctic* / [K. J. Chwedorzewska, I. Gielwanowska, E. Szczuka et al.] // *Pol. Polar Res.* — 2008. — Vol. 29, № 4. — P. 377—386.
42. *Ice recrystallization inhibition proteins (IRIPs) and freeze tolerance in the cryophilic Antarctic hair grass Deschampsia antarctica E. Desv.* / [U. P. John, R. M. Polotnianka, K. A. Sivakumaran et al.] // *Plant Cell Environ.* — 2009. — Vol. 32. — P. 336—348.
43. *Identification and characterization of three novel cold acclimation-responsive genes from the extremophile hair grass Deschampsia antarctica Desv.* / [M. Gidekel, L. Destefano-Beltrán, P. García et al.] // *Extremophiles*. — 2003. — Vol. 7, № 6. — P. 459—469.
44. *Is a Translocation of Indigenous Plant Material Successful in the Maritime Antarctic?* / I. Parnikoza, O. Kozeretka, I. Kozeretka // *Polarforschung*. — 2008. — Vol. 78, № 1–2. — P. 25—27 (erschienen 2009).
45. *Jellings A. J. Variation in the chloroplast to cell area index in Deschampsia antarctica along a 16° latitudinal gradient* / A. J. Jellings, M. B. Usher, R. M. Leech // *Bull. Br. Antarct. Surv.* — 1983. — Vol. 61, № 10. — P. 13—20.
46. *Kappen L. 18 Plants and lichens in the Antarctic, their way of life and their relevance to soil formation* / L. Kappen, B. Schroeter // *Geocology of Antarctic ice-free coastal landscapes (Ecol. Stud.)*. — 2002. — Vol. 154. — P. 327—374.
47. *Keystone species and ecosystems functioning: the role of penguin colonies in differentiation of the terrestrial vegetation in the Maritime Antarctic* / [A. Barcikowski, A. Lyszkiewicz, P. Loro et al.] // *Ecological Questions*. — 2005. — Vol 6. — P. 117—128.

48. Komárkova V. Additional and revisited localities of vascular plants, *Deschampsia antarctica* Desv. and *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. in the Antarctic Peninsula area / V. Komárkova, S. Poncet, J. Poncet // *Arct. Alp. Res.* — 1990. — Vol. 22. — P. 108—113.
49. Komárkova V. Two native vascular plants, *Deschampsia antarctica* Desv. and *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.: A new southernmost locality and other localities in the Antarctic Peninsula area / V. Komárkova, S. Poncet, J. Poncet // *Arct. Alp. Res.* — 1985. — Vol. 17. — P. 401—416.
50. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Water, Radiation, Salt, and Other Stresses / J. Levitt // New York: Academic Press. — 1980. — Vol. II. — P. 1—470.
51. Light regulation of sucrose-phosphate synthase activity in the freezing-tolerant grass *Deschampsia antarctica* / [A. Zúñiga-Feest, D. R. Ort, A. Gutiérrez et al.] // *Photosynth. Res.* — 2005. — Vol. 83, № 1. — P. 75—86.
52. 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.
53. Moore D. M. Flora of Tierra del Fuego / David M. Moore // Shrewsbury: Anthony Nelson, 1983. — 396 p.
54. Moore D. M. Studies in *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl and *Deschampsia antarctica* Desv.: II Taxonomy, distribution and relationships / D. M. Moore // *Bull. Br. Antarct. Surv.* — 1970. — Vol. 23, №6. — P. 63—80.
55. Parnikoza I. Vascular plants of the Maritime Antarctic: Origin and adaptation / I. Parnikoza, I. Kozeretka, V. Kunakh // *AJPS.* — 2011. — Vol. 2. — P. 381—395.
56. Pearce D. A. Viruses in Antarctic ecosystems / D. A. Pearce, W. H. Wilson // *Antarctic Science.* — 2003. — № 15. — P. 319—331.
57. Protective effects of three extracts from Antarctic plants against ultraviolet radiation in several biological models / [P. B. Kappel, R. R. Moreira, S. da Juliana et al.] // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.* — 2009. — Vol. 96. — P. 117—129.
58. Response of photosynthetic apparatus of two *Deschampsia* species with different distribution areas on abiotic stress / [N. Taran, V. Storozhenko, A. Okanenko et al.] // *УАЖ* — 2013. — № 12. — P. 282—293.
59. Reyes M. A. Accumulation of HSP70 in *Deschampsia antarctica* Desv. leaves under thermal stress / M. A. Reyes, L. J. Corcuera, L. Cardemil // *Antarctic Science.* — 2003. — Vol. 15, № 5. — P. 345—352.
60. Smith R. I. L. Terrestrial plant biology of the sub-Antarctic and Antarctic / R. I. L. Smith // *Antarct. Ecol.* — 1984. — Vol. 1. — P. 61—162.
61. Smykla J. Zonation of Vegetation related to penguin rookeries on King George Island, Maritime Antarctic / J. Smykla, J. Wolek., A. Barcikowski // *Arctic, Antarctic and Alpine Research.* — 2007. — Vol. 39, № 1. — P. 143—151.
62. Tatur A. Ornithogenic ecosystems in the Maritime Antarctic – formation development and disintegration. – In: The coastal and shelf ecosystem of Maritime Antarctica. Admiralty Bay, King Georges Island (collected reprints) / A. Tatur // Warsaw University Press. — 2005. — P. 27—47.
63. Tedrow J. C. F. Antarctic Soils. In: Antarctic Soils and Soils Forming Processes / J. C. F. Tedrow, F. C. Ugolini // *Antarct. Res. Ser. Am. Geophys. Union, Wash. D.C.* — 1966. — Vol. 8. — P. 167—177.
64. The problem of ozone depletion in northern Europe / [L. O. Bjorn, T. V. Callaghan, C. Gehrke et al.] // *Ambio.* — 1998. — Vol. 27. — P. 275—279.
65. The role of photochemical quenching and antioxidants in photoprotection of *Deschampsia antarctica* / [E. Pérez-Torres, A. García, J. Dinamarca et al.] // *Functional Plant Biology.* — 2004. — Vol. 31, № 7. — P. 731—741.
66. Torres-Mellado G. A. Antarctic hairgrass expansion in the South Shetland archipelago and Antarctic Peninsula revisited / G. A. Torres-Mellado, R. Jaña, M. A. Casanova-Katny // *Polar Biology.* — 2011. — Vol. 34, № 11. — P. 1679—1688.
67. Vascular plant success in a warming Antarctic may be due to efficient nitrogen acquisition / [P. W. Hill, J. Farrar, P. Roberts et al.] // *Nature Climate Change.* — 2011. — Vol. 1. — P. 50—53.
68. Vegetation patterns around penguin rookeries at Admiralty Bay, King George Island, Maritime Antarctic: preliminary results / [J. Smykla, J. Wolek., A. Barcikowski et al.] // *Polish Botanical Studies.* — 2006. — Vol. 22. — P. 449—459.
69. Vera M. L. Colonization and demographic structure of *Deschampsia antarctica* and *Colobanthus quitensis* along an altitudinal gradient on Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica / M. L. Vera // *Polar Research.* — 2011. — Vol. 30. — P. 1—10.

О. Н. Загречук, Н. М. Дробик

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**DESCHAMPSIA ANTARCTICA DESV.: ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДА,  
ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ К СУЩЕСТВОВАНИЮ  
В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИКИ**

Проанализированы литературные источники, касающиеся характеристики высшего сосудистого растения *Deschampsia antarctica* Desv., которое произрастает и успешно вегетирует в суровых климатических условиях Антарктики. Охарактеризованы биологические и анатомо-морфологические признаки вида; рассмотрены факторы его распространения и особенности адаптации к существованию в условиях низких температур, светового стресса, ультрафиолетового излучения, недостатка влаги, скудных почв и засоления. Для оценки адаптационной способности *D. antarctica* к неблагоприятным условиям существования исследователи предлагают использовать сводный латентный показатель приспособляемости для каждой популяции.

*Ключевые слова:* *Deschampsia antarctica* Desv., характеристика вида, распространение, адаптивные реакции

О. М. Zahrychuk, N. M. Drobyk

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

**DESCHAMPSIA ANTARCTICA DESV.: SPECIES CHARACTERISTICS, ITS DISTRIBUTION  
AND DETAILS OF ADAPTATION TO EXISTENCE IN THE ANTARCTIC**

Literature sources concerning characteristics of the higher vascular plant (*Deschampsia antarctica* Desv.), that grows in difficult climatic conditions of the Antarctic, have been reviewed.

This species was found to have anatomical and morphological adaptations that are typical for most high latitude plants, increasing their resistance to frost and the photosynthetic activity, including: small sizes and a cushion-like shape of clump, height, depending on conditions, from 0,5 to 22 cm, with two or three or numerous leaves that turn yellow sooner or rich green leaves. The anatomical structure of *D. antarctica* plants is distinctive for arid habitats, stomata and a thick layer of wax are only on the upper side of leaves. *D. antarctica* forms mainly soddy groups or occurs as single individuals. Species vegetative propagation takes place by outgrowth of dense clumps from one metre to tens of kilometres.

Some free icy cover land areas (oases) occupy 1.0-5.0% of the mainland and only 5.0-10% of this area is occupied by soils. Soils or soil substrates, on which *D. antarctica* grows, differ in their species composition and medium reaction (pH 3,6-7,4). The source for plant growth of *D. antarctica* is inorganic nitrogen, organics in the form of amino acids as well as nitrogen within the composition of peptide entering through the root system of plants. It has been found that *D. antarctica* absorbs nitrogen in the form of short peptides three times faster than amino acids, nitrates and ammonium and 160 times faster than the Arctic mosses and lichens.

One of the main factors influencing *D. antarctica* is the placement of penguin colonies that bring the organic matter, guano into terrestrial ecosystems of Maritime Antarctica. The spatial distribution of *D. antarctica* largely depends on the places of nesting, places of birds' nurishment and seats of birds' accidental losses of the viable plant material during its transportation.

The details of species adaptation to existence in low temperature conditions, light and UV stress, lack of moisture, depleted soils and salinity were reviewed. *D. antarctica* demonstrated biochemical attributes that are adaptive in nature to the cold Antarctic climate. Accumulation of the heat shock protein of 70 kDa (Hsp 70) occurs in this species upon cold and heat stress. It is believed that, perhaps, it is the protein in *D. antarctica* that provides the low temperature optimum of photosynthesis (+13°C). The increased synthesis of dehydrine proteins, which are likely to prevent the formation of ice in cells, is observed during the cold acclimatization of *D. antarctica* plants. *D. antarctica* showed a high content of antifreeze proteins that are probably needed to survive during a long period of negative temperatures close to zero. One of the security features of *D. antarctica* protection from negative temperatures is the accumulation of soluble sugars in tissues: maximum



accumulation of sucrose, fructose and glucose in the leaves of plants of this species occurs before the beginning of the Antarctic winter.

*D. antarctica* possesses the genetically determined mechanisms to counteract the harmful effects of ultraviolet radiation. This species is distinguished by higher compared with other plants the superoxide dismutase activity level and ascorbate peroxidase as well as an active xanthophyll cycle. Extracts of *D. antarctica* show sunscreen properties that may be associated with molecules such as flavonoids and carotenoids that act as UV-absorbing molecules and antioxidants. It is proposed that the photochemical quenching and the high level of antioxidants, in particular, promote *D. antarctica* to resist photoinhibitory conditions. The relatively high species antioxidant capacity can be considered as one of the key features of its adaptation to survive in critical conditions of Antarctica.

The researchers propose to use a latent indicator of adaptability for each population to evaluate the adaptability of *D. antarctica* to adverse living conditions of existence.

*Keywords: Deschampsia antarctica Desv., species characteristics, distribution, adaptive reactions*

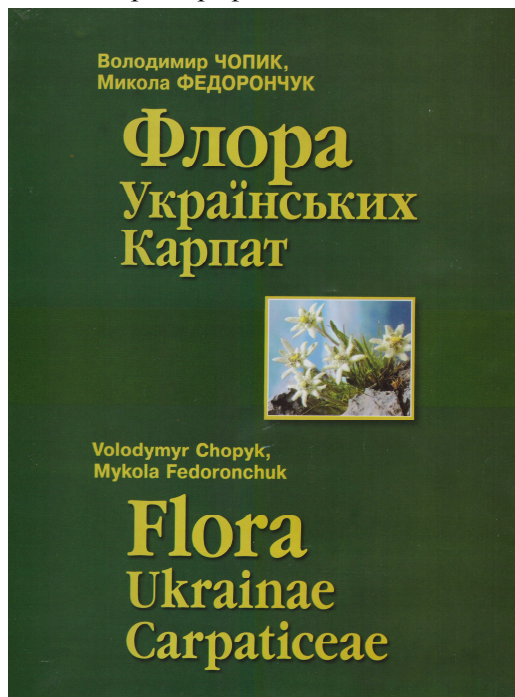
Рекомендує до друку  
М. М. Барна

Надійшла 08.02.2016

## РЕЦЕНЗІЇ

### ФЛОРА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Чопик В. І. Флора Українських Карпат / В. І. Чопик, М. М. Федорончук. — Тернопіль: ТЗОВ «Терно-граф», 2015 — 712 с.: іл.



У тернопільському видавництві «Терно-граф» у 2015 році вийшла друком «Флора Українських Карпат» відомих українських ботаніків, флористів і систематиків, докторів біологічних наук — професора, завідувача кафедри загальної екології та фізіології рослин Кременецької гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка Володимира Івановича Чопика і провідного наукового співробітника відділу систематики та флористики судинних рослин Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України Миколи Михайловича Федорончука.

Достатньо зауважити, що вчені наукових установ і викладачі біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів України водночас отримали і монографію, і визначник судинних рослин, одного з провідних геоботанічних районів світової флори — флори Українських Карпат. Чому з'явилася необхідність у підготовці такого наукового видання?

По-перше, як зазначають у передмові автори: «На зміну традиційним визначникам французької школи, де подавалися лише ключі для визначення, приходять англо-американська школа».

По-друге, видання «Флора Українських Карпат» включає повнішу інформацію: визначення рослин, номенклатуру (після латинської назви виду у квадратних дужках (жирним шрифтом) подані сучасні альтернативні або пріоритетні назви таксонів, а в круглих (курсивом) — основні синоніми), конкретну систему, екологію, поширення, таксономічну й ресурсну специфіку. Саме цими та багатьма іншими характеристиками відрізняється пропонувана «Флора Українських Карпат» від «Визначника рослин Українських Карпат». Водночас за суттю внесених змін і формою викладу конкретного матеріалу «Флору Українських Карпат» можна вважати другим виданням «Визначника...».

По-третє, «...Необхідність видання флори на сучасному рівні диктується ще й тим, що наявні

сьогодні «Флора України (1937—1964)», російськомовний «Определитель высших растений Украины» фахово та морально застаріли і стали бібліографічними раритетами. Що ж торкається російськомовного «Определителя высших растений Украины», то до оцінки авторів дуже доречно навести слово «мовно» і вона звучатиме: «...фахово, мовно і морально застаріли».

Не будемо вдаватися до аналізу всього, що викладено в абзаці: «По-третє...», оскільки твердження авторів сприймаємо, як аксіому, тобто твердження фахівців, знавців не лише флори Українських Карпат, а й всієї України та й Європи взагалі. Додамо лише, що професор В. І. Чопик — співавтор усіх XIV томів «Atlas florae Europaeae». — Helsinki, 1972—2007. Залишаємо за собою право в цьому трактуванні торкнутися лише питання — Чому «Визначник рослин України» (1950) перевидали у 1987 році російською мовою? Адже цей визначник визнаний у колишньому Радянському Союзі як один з найкращих визначників рослин і провідні автори цього видання — М. В. Клоков, М. І. Котов, О. Д. Вісюліна, А. І. Барбарич — були удостоєні Державної премії СРСР (1952). Додамо, що у 1965 р. у видавництві «Урожай» колектив авторів: А. І. Барбарич, Є. М. Брадїс, О. Д. Вісюліна [та ін.]; відповідальний редактор академік Д. К. Зеров, опублікував друге, виправлене і доповнене видання «Визначника рослин України» і також українською мовою. Окрім того, йому надано Гриф Міністерства вищої і середньої спеціальної освіти України як навчальний посібник для студентів біологічних спеціальностей університетів і педагогічних інститутів та для сільськогосподарських вузів. Водночас зазначимо, що в навчальному процесі в курсі «Ботаніка» за напрямом підготовки Біологія\* хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка продовжуємо користуватися «Визначником рослин України» (1965). Це ж спостерігається і в інших вищих навчальних закладах, де функціонують біологічні спеціальності.

Окрім того, зауважимо, що студентам біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів легше користуватися українськомовними виданнями, оскільки засвоєні ними в середній школі в процесі вивчення курсу «Біологія» біологічні терміни українською мовою: приймочка, маточка, оцвітина, квітка, суцвіття типу волоть, суцвіття типу китиця, брунька, насінний зачаток майже не відрізняються від аналогічних термінів, наведених в українськомовних визначниках і тому набагато легше і скоріше засвоюються у процесі їх вивчення в курсі «Ботаніка» у вищих навчальних закладах України.

У структурному відношенні «Флора Українських Карпат» містить: передмову, скорочення слів та умовні позначення, назви флористичних районів, прийнятих у «Флорі», латинський алфавіт, транслітерацію латинської вимови, пояснювальний текст до карти флористичних районів Українських Карпат, таблицю для визначення відділів та родин, морфологічну будову квіткових рослин, покажчик родин та родів, опрацьованих окремими авторами, алфавітний покажчик українських назв, алфавітний покажчик латинських назв, про авторів.

Відтак наведені відділи:

Відділ I. Плауноподібні	<b>LYCOPODIOPHYTA</b>	стор. 36—37
Відділ II. Хвощеподібні —	<b>EQUISETOPHYTA</b>	стор. 38—40
Відділ III. Папоротеподібні —	<b>POLYPODIOPHYTA</b>	стор. 41—54
Відділ IV. Голонасінні —	<b>GYMNOPHYTA (GYMNOSPERMAE)</b>	стор. 55—65
Відділ V. Покритонасінні —	<b>MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE)</b>	стор. 66—615

На стор. 20—35 наведена таблиця для визначення відділів та родин. Структура всіх п'яти відділів побудована за єдиним принципом, наприклад:

**В І Д І Л I. ПЛАУНОПОДІБНІ — LYCOPODIOPHYTA**  
**К Л А С I. П Л А У Н О В I — LYCOPODIOPSIDA**  
**П О Р Я Д О К I. П Л А У Н И — LYCOPODIALES**  
**Р О Д И Н А I. П Л А У Н О В I — LYCOPODIACEAE**

ВІД Д І Л V. ПОКРИТОНАСІННІ — MAGNOLIOPHY (ANGIOSPERMAE)  
 К Л А С III. ДВОДОЛЬНІ — MAGNOLIOPSIDA (DICOTYLEDONES)  
 П О Р Я Д О К XI. ГОРІХОЦВІТІ — JUGLANDALES  
 Р О Д И Н А 22. ГОРІХОВІ — JUGLANDACEAE

Взагалі у «Визначнику...» поміщено та проаналізовано 5 відділів, 7 класів, 52 порядки, наведені ключі для визначення 135 родин, 757 родів і 2352 видів.

Позитивним, на нашу думку, у «Флорі Українських Карпат» є те, що в ній підвищена науковість і наведено значно більше морфологічних ознак, що спостерігається у визначенні виду порівняно з її першим виданням. Окрім того, великою заслугою авторів «Флори...» є те, що така фундаментальна монографічна праця, розрахована на масового читача та користувача (маємо на увазі студентську аудиторію), написана українською мовою, порівняно з російськомовним «Определителем высших растений Украины», що дозволить студентам легше і глибше опановувати та запам'ятовувати таксони.

Автори «Флори...», аналізуючи флористичне районування Карпат, посилаються на праці зарубіжних вчених [Пакс (Pax, 1908), К. Домін (Domin, 1930), Р. Шоо (Soo, 1933), Клаштерський (Klašterský, 1934), Павловський (Pawłowski, 1947), Мойзель (Meüsel, 1965)], зазначають, що в радянський час флористичне й ботаніко-географічне районування Українських Карпат проводили відомі українські ботаніки [С. С. Фодор, 1956, В. І. Чопик, 1958, М. І. Котов, В. І. Чопик, 1960, та ін.], а геоботанічне районування Закарпатської області розробили такі відомі українські вчені, як Г. І. Білик, Є. М. Брадїс, Ф. О. Гринь і М. І. Косець, 1951, Г. І. Білик і Є. М. Брадїс, 1962 ).

Наведені дані підводять нас до думки про необхідність переосмислення ролі талановитих українських учених, які внесли вагомий внесок у розвиток ботанічної науки. Це є необхідним не лише з огляду щодо вшанування минулого, а й передумовою для подальшого успішного утвердження нинішніх славетних українських учених-ботаніків, котрі своїми працями збагатили не лише українську, а й світову ботанічну науку.

У «Визначнику...» поряд з наведеним великим фактичним, науковим і навчальним матеріалом, у тексті книги мають місце окремі опущення. Так, після наведення назв родин та порядків латинською мовою відсутні автори, незважаючи на те, що в ботанічній літературі це питання висвітлено досить повно і глибоко. Ми маємо на увазі такі фундаментальні монографічні праці:

Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений — М. – Л.: Наука, 1966. — 612 с.

Тахтаджян А. Л. Система Магнолиофитов. — Л.: Наука, 1987. — 439 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. — Л.: Наука, 1981. — 510 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. — СПб: Мир и семья, 1995. — 990 с.

Czerepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). — Cambridge: Univ. Press, 1995. — 516 P.

Наведення після латинської назви родини та порядку прізвищ учених підвищило б науковість «Флори Українських Карпат».

У тексті мають також місце окремі граматичні та стилістичні неточності, зокрема, Оцв. не чашоподібна, а Оцв. **чашечкоподібна** (стор. 67), оскільки в ботаніці розрізняють два типи простої оцвітини: віночкоподібну та чашечкоподібну, не листорозміщення, а **листокрозміщення** (стор. 616) та ін., які ні в якому разі не знижують наукового та навчального значення «Визначника...». Без сумніву, рецензована «Флора Українських Карпат» буде корисною науковцям, викладачам, докторантам, аспірантам, магістрантам, студентам вищих навчальних закладів України. Окрім того, вона знадобиться екологам, працівникам з охорони природи, вчителям біології середніх загальноосвітніх навчальних закладів.

На жаль, рецензована нами «Флора Українських Карпат» — це остання фундаментальна наукова праця одного з визначних українських флористів і систематиків рослин — професора Володимира Івановича Чопика, який зробив неоцінний внесок у дослідження флори України,

## РЕЦЕНЗІЇ

---

особливо Українських Карпат, охорони та збереження рідкісних і зникаючих видів рослин не лише України, але й Європи взагалі. В історію української ботанічної науки він ввійшов як класик вітчизняної флористики та систематики, творчість якого в подальшому потребує глибокого і всебічного вивчення.

На завершення хочемо висловити сподівання, що «Флора Українських Карпат» стане надійною основою для поглиблення наукового рівня вчених, викладачів і студентів у процесі всебічного вивчення та пізнання ними рослинного світу Карпатської гірської системи, а також для всіх, хто цікавиться ботанікою та історією її розвитку.

М. М. Барна, Л. С. Барна,  
Н. М. Дробик, С. В. Пида,  
Н. В. Герц, О. Б. Мацюк,  
Р. Л. Яворівський

## **ВТРАТИ ОСВІТИ І НАУКИ**

**ПАМ'ЯТЬ ПРО ПРОФЕСОРА  
ВОЛОДИМИРА ІВАНОВИЧА ЧОПИКА  
(\*4.06.1929—+3.12.2015)**



3 грудня 2015 року на 87 році помер видатний український ботанік, флорист, систематик, фітосозолог, еколог і географ рослин, доктор біологічних наук, професор, дійсний член Академії наук вищої школи України, член Українського ботанічного товариства, Українського товариства охорони природи — відомий в Україні, Європі та й у світі вчений ботанік Володимир Іванович Чопик.

Народився В. І. Чопик 4 червня 1929 р. в с. Терембія Тячівського району Закарпатської області. Він належить до покоління закарпатців, яке пережило три соціально-політичні державні режими, що суттєво позначилося на їхній освіті, вихованні та менталітеті. Навчання в «народній школі», горожанській школі і гімназії здійснювалися за чехословацькою, угорською системами освіти, де основними показниками успішності були іспити з історії цих країн з чеської, угорської, французької й латинської мов. Після возз'єднання Закарпаття з Радянською Україною всіх учнів 4-5 класів горожанської гімназії було переведено до 8-го класу новостворених середніх шкіл. В результаті цих реформ загальна середня освіта здобувалася упродовж 12-13 років.

Адаптація до нової радянської системи навчання не була простою. Найскладнішим було вивчення російської абетки. Закінчивши середню школу з одною четвіркою у 1948 р. В. І. Чопик вступив на біологічний факультет Ужгородського університету, спеціалізуючись на кафедрі ботаніки. Після закінчення університету у 1953 р. він був обраний звільненим секретарем комітету комсомолу Ужгородського університету, водночас він обіймав посаду старшого наукового співробітника ботанічного саду університету. Це сприяло його знайомству з багатьма відомими на той час ботаніками: академіком АН СРСР В. Б. Сочавою, професором В. Г. Хржановським, А. І. Барбаричем, яких він супроводжував в ботанічних екскурсіях по Карпатах, що й визначило його подальші наукові інтереси. Восени 1954 р. Володимир Іванович вступив до аспірантури Інституту ботаніки АН УРСР, де під керівництвом доктора біологічних наук, професора М. І. Котова підготував і у квітні 1958 р. захистив кандидатську дисертацію на тему «Флора й рослинність західної частини Українських Карпат».

Після нетривалої роботи в Президії Академії наук України на посаді наукового консультанта Відділення біології Володимир Іванович переходить на посаду наукового співробітника в Центральний ботанічний сад АН УРСР, куди його запросив тодішній директор академік М. М. Гришко, доручивши йому завершення будівництва ботаніко-географічної ділянки «Карпати», розпочатою професором О. І. Соколовським. Упродовж десятирічної праці на цій ділянці Володимир Іванович здійснив одинадцять експедицій в Карпати, звідки завозив живий посадковий матеріал і насіння для поповнення колекції «Карпат київських». Разом з тим він зібрав гербарій, який нараховує понад 2500 гербарних аркушів, чим поповнив гербарні колекції Центрального ботанічного саду, Інституту ботаніки АН України, гербарій БІН АН СРСР.

У зв'язку з підготовкою до написання «Визначника рослин Українських Карпат» у 1969 р. В. І. Чопика було переведено на посаду старшого наукового співробітника Інституту ботаніки. Тут він інтенсивно продовжує досліджувати флору Карпат, здійснює експедиційні поїздки в Чехословаччину і Польщу для ознайомлення з флорою Західних Карпат. Неодноразові поїздки на Кавказ, до Середньої Азії дали матеріал для з'ясування ботаніко-географічних зв'язків та флоро-генетичної спорідненості флор цих гірських систем з флорою Карпат, що відображено в його публікаціях. На підставі цих досліджень ним підготовлена і в 1973 р. захищена докторська дисертація на тему «Аналіз високогірської флори Українських Карпат». У 1976 р. виходить його монографія «Високогірська флора Українських Карпат», а ще через рік вийшов друком «Визначник рослин Українських Карпат» колективу авторів за редакцією В. І. Чопика та серія інших публікацій, в т. ч. з охорони рідкісних рослин. Флористичне багатство Карпат Володимир Іванович Чопик досліджував не лише як ботанік, але й як уродженець і патріот цього краю.

Часто на вчених радах Інституту ботаніки АН України його директор, академік Дмитро Костянтинович Зеров наголошував, що найбільше ботаніків для України дав мальовничий і флористично цікавий басейн ріки Терембі, що в Закарпатті: з Буштина — В. І. Комендар; з Вонігова — І. М. Григора; з Терембі — В. І. Чопик; з Кричева — С. М. Стойко.

На підставі вивчення флори, аналізу ендеміків і реліктів В. І. Чопик висунув нову гіпотезу щодо походження, шляхи формування високогірської флори Карпат та її флоро-генетичні зв'язки з флорами гірських систем Європи. Упродовж багатьох років він вивчає флористичне різноманіття Карпат, займається питаннями охорони та екології реліктових раритетних видів. Це дало можливість заявити видатному ботаніку сучасності Р. В. Камеліну

на сторінках «Ботанического журнала», що завдяки згаданим публікаціям «...флора Карпат одна из наиболее изученных на данном этапе региональных флор Советского Союза».

Володимир Іванович Чопик є фундатором і піонером наукових досліджень в галузі охорони видового різноманіття рослинного світу України, що відображено в чисельних публікаціях, починаючи з 1963 по 2015 рр. В цих публікаціях він запропонував і обґрунтував два нові напрями досліджень в фітосозології: *аутофітосозологію* – охорона окремих видів рослин, та *синфітосозологію* – охорона рослинних ценозів. Підсумком цих досліджень є публікація у співавторстві першої «Червоної книги України» (1980 р.) за його редакцією та його співавторство в першому і другому випусках «Красной книги СССР». У співавторстві з академіком А. Л. Тахтаджяном брав участь у випуску зведення для території СРСР про рідкісні і ендемічні види Європи (перше й друге видання, 1976, 1983 рр.).

З 1972 р. за рекомендацією професора Ленінградського університету О. І. Толмачова В. І. Чопика включено до складу авторського колективу фітохорологів СРСР, який разом з науковцями 30 європейських країн, розпочали реалізацію багатотомного пан'європейського видання "Atlas florae Europaeae". З метою збагачення флористичних знань у Центрально-Східній Європі професор В. І. Чопик підтримує творчі зв'язки з чеськими: професором Досталом, доктором Голубом; польськими: професором Корнашом, доктором Денисюком; угорськими: професором Шоу, доктором Яворкою та іншими зарубіжними ботаніками.

Тривалий час професор В. І. Чопик був членом Головного редакційного Комітету і співавтором усіх опублікованих 14 томів: Т. I (1972) — Т. XIV (2007 р.) "Атласу флори Європи". Участь у цьому виданні науковців інших університетів і наукових установ поклало початок формуванню хорологічної школи в Україні. У 1975 р., обіймаючи посаду завідувача відділу систематики і географії рослин, В. І. Чопик започаткував новий напрям досліджень в Україні — хорологічні дослідження флори, що передбачував випуск багатотомної "Хорології флори України".

У 1978 р. професора Володимира Івановича Чопика запрошено очолити кафедру вищих рослин Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Як талановитий педагог, ботанік, еколог В. І. Чопик щедро ділиться своїми знаннями з учнями, студентами, магістрантами, аспірантами і докторантами. Кафедра в часи його керівництва зосередила увагу на вивченні флори Середнього Придніпров'я, результатом чого є випуск колективу ботаніків кафедри «Конспекту флори Середнього Придніпров'я».

Поєднуючи завідування кафедрою з посадою декана біологічного факультету цього ж університету, Володимир Іванович продовжує інтенсивні наукові дослідження й узагальнення накопичених і осмислених з нових позицій даних. Він приходить до висновку, що всі дотеперішні спроби не можуть не тільки запобігти, але й призупинити неминучу деградацію довкілля та знищення видів рослин і тварин, оскільки ці підходи базуються на технократичній парадигмі мислення. Необхідні нові підходи, нове біологічне мислення, нова парадигма, яка передбачала б перехід від *антропоцентризму* (примат інтересів людини) до *біоцентризму* (примат охорони усіх форм життя на Землі).

Необхідно окремо відзначити його плідну роботу з підготовки висококваліфікованих спеціалістів-ботаніків нової генерації, які продовжують дослідження в усіх куточках України та за кордоном. Його високий інтелект у сфері науки та загальносвітової культури дозволяє говорити про те, що професор Володимир Іванович Чопик є визначною постаттю в сучасній ботанічній науці і продовжує плідно працювати, виховуючи молодих фахівців для потреб нашої держави. І сьогодні Володимир Іванович бере активну участь в експедиційних дослідженнях різних флористичних регіонів, в тому числі й високогір'я Українських Карпат. Надзвичайно велика любов до природи, незбагненний оптимізм та вражаюча працездатність завжди викликали захоплення в учнів Володимира Івановича, який незважаючи на своє 80-ліття з легкістю і впевненістю долав гірські вершини Карпат.

Лекції В. І. Чопика відзначалися змістовністю, а за відгуками студентів, живим і цікавим викладом матеріалу. Фундаментальний класичний курс систематики рослин лектор вміло доповнював новими науковими даними.



Володимир Іванович є носієм української культури у студентське середовище. Він боровся за чистоту української мови. Його багатобарвна вишукана українська мова викликала захоплення в студентів та аспірантів, які відвідували його лекції. В. І. Чопик не тільки науковець, але й справжній патріот України. Його обізнаність в різних сферах української культури викликала повагу і сприяла підвищенню його авторитету серед студентів та викладачів вищої школи. В. І. Чопик був взірцем педагога-новатора для всіх його учнів, які низько вклонялися своєму Вчителю за глибину викладу навчального і наукового матеріалу та великий життєвий досвід. Він підготував 18 кандидатів і докторів наук, які працюють у вищих навчальних закладах та науково-дослідних інститутах НАН України та за кордоном.

Упродовж своєї творчої діяльності В. І. Чопик брав активну участь у громадському і науковому житті в якості члена редколегій багатьох наукових журналів та збірників України, відповідального редактора міжвузівського збірника «Проблеми общей и молекулярной биологии» та інших наукових фахових видань, члена Українського ботанічного товариства, Українського товариства охорони природи, члена спеціалізованих вчених рад із захисту докторських і кандидатських дисертацій. Нагороджений відзнакою "Відмінник народної освіти УРСР" (1982), є лауреатом премії імені Тараса Шевченка Київського національного університету (1999), Соросівський професор (1997). Багато сил та енергії професор В. І. Чопик віддавав роботі на посаді Головного вченого секретаря та члена президії АН ВШ України.

З 2007 р. професор В. І. Чопик очолював кафедру екології та фізіології рослин біологічного факультету Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту імені Тараса Шевченка (нині Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка).

В. І. Чопик є автором понад 200 наукових праць, в т. ч. 16 монографій, навчальних посібників, наукових довідників, опублікованих у Києві, Москві, Ленінграді, Англії, Фінляндії, Болгарії, Словаччині.

Професор В. І. Чопик завжди цікавився флорою Поділля. Брав участь у багатьох міжнародних і Всеукраїнських конференціях, присвячених флорі Поділля і підтримував тісні зв'язки з ботаніками Тернопільщини: професорами: М. М. Барною, Т. К. Зеленчуком, доцентом В. О. Шиманською, старшим викладачем С. В. Зелінкою; геологом, професором Й. М. Свинком, географами: професором Л. П. Цариком та доцентом П. М. Дем'янчуком.

Вчені, викладачі та студенти Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка з великим смутком дізналися про смерть Володимира Івановича Чопика, пам'ять про якого назавжди залишиться в серцях його друзів, колег та учнів.

М. М. Барна, Л. С. Барна

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Збірник "Наукові записки ... Серія: Біологія", що видається в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, затверджений постановою президії ВАК України від 10.03.10, протокол № 1-05/2.

У збірнику статті публікуються за такими розділами:

**Ботаніка**  
**Біотехнологія**  
**Гідробіологія**  
**Екологія**  
**Біохімія**  
**Морфологія та анатомія людини і тварин**  
**Огляди**  
**Історія науки. Персоналії**  
**Втрати освіти і науки**  
**Теоретичні питання**  
**Загальні проблеми**  
**Повідомлення, рецензії, хроніка**

Статті в збірнику друкуються українською, або англійською мовами. До статті додається авторська довідка, в якій вказується:

- 1) прізвище, ім'я, по-батькові автора (авторів);
- 2) науковий ступінь авторів, вчене звання, посада;
- 3) адреси і телефони (домашні і службові);
- 4) якщо авторів кілька, вказати, з ким із них вести листування.

До статті додається рекомендація установи (кафедри) про можливість опублікування наукових результатів дослідження, висновок експертної комісії про можливість опублікування статті, а також рецензія від доктора наук у цій галузі. Статті аспірантів та пошукувачів повинні супроводжуватися відгуком наукового керівників. Редакційна колегія збірника просить авторів дотримуватись єдиних правил при оформленні та поданні матеріалів до друку:

1. Матеріали подаються на диску CD або надсилаються електронною поштою на адресу: **ksjynja\_13@ukr.net**. Текст подається у вигляді файлу (MS Word). Малюнки подаються додатково у вигляді окремих файлів форматів TIFF, BMP або PCX. Графіки і діаграми подаються додатково у вигляді окремих файлів: MS WordGraf, CorelDRAW! або Adobe Illustrator.

2. До редакції подаються 2 примірники статті, надрукованої через 1.5 інтервали шрифтом Times New Roman (кегель – 14 пт.) на одному боці паперу формату А4. Друк повинен бути чітким. Поля: зверху – 2.5 см. знизу – 2.5 см, зліва – 2.5 см, справа – 2.5 см.

3. Об'єм статті не повинен бути меншим, ніж 5, і не більшим, ніж 12 сторінок машинопису.

4. Статті, оформлені не за правилами, редакцією не приймаються.

ЗАГАЛЬНИЙ ПОРЯДОК РОЗМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛУ

УДК

ІНІЦІАЛИ, ПРІЗВИЩЕ АВТОРА (АВТОРІВ)

Назва установи

Адреса установи

**НАЗВА СТАТТІ**

Резюме українською

Ключові слова (не більше 10-ти)

Власне текст

Список літератури

Резюме російською та англійською мовами (Резюме включають прізвище автора (авторів), назву установи, назву статті, текст резюме та ключові слова)

Для статей експериментального характеру передбачаються такі розділи:

**Вступ. Матеріал і методи досліджень. Результати досліджень та їх обговорення.**

**Висновки.**

**ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ**

Всі особливі знаки, а також літери грецького та інших алфавітів, необхідно чітко віддрукувати відповідним знаком на комп'ютері.

Малюнки і текстові таблиці слід нумерувати арабськими цифрами. В порядку першої згадки писати скорочено: рис. 1, табл. 1 і т.д. Якщо малюнок один чи таблиця одна, то у тексті пишеться (таблиця), (рисунок).

Латинські назви таксономічних одиниць наводяться за найновішими джерелами (це не стосується розуміння меж таксонів). Повні латинські назви видів та прізвища авторів треба називати лише один раз при першій згадці, далі за текстом подається скорочений варіант, наприклад:

Типовим видом для цього угруповання є *Fragaria vesca* L. *F. vesca* L. може траплятись... і т. д.

**ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО СПИСКУ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ ВАК УКРАЇНИ (Бюлетень ВАК України. - 2008. - № 3. - С. 9-13.)**

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги: Один автор	<p>1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий ; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. — Львів : Свічадо, 2006. — 307 с. — (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики IV—V ст.; № 14).</p> <p>2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. — К.: Ін-т математики, 2006. — 111 с. — (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України ; т. 59).</p> <p>3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. — К.: Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. — 311 с. — (Ювеліри України: т. 1).</p> <p>4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. — Львів : Кальварія, 2005. — 196, [1] с. — (Першотвір).</p>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Два автори</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. — К. : Києво-Могилян. акад., 2005. — 397, [1] с. — (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична": вип. 1).</li> <li>2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. — К. : Прецедент, 2006. — 93 с. — (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11).</li> <li>3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. — Львів: Растр-7, 2007. — 375 с.</li> </ol>
<p>Три автори</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. : пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. — Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. — XLIII, 265 с.</li> </ol>
<p>Чотири автори</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. — К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. — 106 с. — (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи).</li> <li>2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. — К. : Вища освіта, 2006. — 478, [1] с. — (ПТО: Професійно-технічна освіта).</li> </ol>
<p>П'ять і більше авторів</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Психология менеджмента / [ Власов П. К., Липницкий А. В., Луцких И. М и др.]; под ред. Г. С. Никифорова. — [3-е изд.]. — Х. : Гуманитар. центр. 2007.— 510 с.</li> <li>2. Формування здорового способу життя молоді : навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. — К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. — 115 с.— (Серія "Формування здорового способу життя молоді": у 14 кн., кн. 13).</li> </ol>
<p>Без автора</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. — К. : Грані-Т, 2007. — 119 с. — (Грані світу).</li> <li>2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. — К.: Грамота, 2007. — 638, [1] с.</li> <li>3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ — початку ХХ століття : [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. — К.: Грані-Т, 2007. — 190, [1] с.</li> <li>4. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. — Чернівці : Рута, 2007. — 310 с.</li> </ol>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Багатотомний документ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Історія Національної академії наук України, 1941—1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.], — К. : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007. — (Джерела з історії науки в Україні). Ч. 2: Додатки — 2007. — 573, [1] с.</li> <li>2. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю.: ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ"Леонорм-Стандарт", 2005— (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 1. — 2005.—277 с.</li> <li>3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни...: (Дочь врага народа): трилогия / А. Дарова. — Одесса : Астропринт, 2006.— (Сочинения : в 8 кн. /А. Дарова; кн. 4).</li> <li>4. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко.— Х.: Право, 2002.— Т. 4: Косвенные налоги. — 2007. — 534 с.</li> <li>5. Реабілітовані історією. Житомирська область: [у 7 т.]. — Житомир: Полісся, 2006—. — (Науково-документальна серія книг "Реабілітовані історією": у 27 т. / голов. редкол.: Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол.: Синявська І. М. (голова) та ін.]. —2006. — 721, [2] с.</li> <li>6. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч.1 /В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. — К. : НТУУ "КПІ", 2006. — 125 с.</li> </ol>
<p>Матеріали конференцій, з'їздів</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу: матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11—13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. — Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. — 167 с.</li> <li>2. Кібернетика в сучасних економічних процесах: зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. — К. : ІСОА, 2002. — 147 с.</li> <li>3. Матеріали ІХ з'їзду Асоціації українських банків. 30 червня 2000 р. інформ. бюл. — К. : Асоц. укр. банків, 2000. — 117 с. — (Спецвип.: 10 років АУБ).</li> <li>4. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій: праці конф., 6—9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. ред. В. Т. Трошенко. — К. :НАН України. Ін-т пробл. міцності, 2000. — С. 559—956, XIII. [2] с. — (Ресурс 2000).</li> <li>5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. —Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. — 215 с.</li> <li>6. Ризикологія в економіці та підприємстві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]. — К. : КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001. — 452 с.</li> </ol>
<p>Препринти</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. — Х. ННЦ ХФТИ, 2006. — 19 с. — (Препринт / НАН Украины. Нац. науч. центр "Харьк. физ.-техн. ин-т" ; ХФТИ 2006-4).</li> <li>2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. — Чорнобиль: Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. — 7. [1] с. — (Препринт / НАН України. Ін-т пробл. безпеки АЕС: 06-1).</li> </ol>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Депоновані наукові праці</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др]; М-во образования Рос. Федерации. Финансовая академия.- М., 2002. — 110 с. — Деп. в ВИНТИ 13.06.02. № 145432.</li> <li>2. Разумовский В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – М., 2002. — 210 с. — Деп. в ИНИОН Рос. Акад.. наук 15.02.02, № 139876.</li> </ol>
<p>Словники</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. А.]. — Х. : Халімон, 2006. — 175, [1] с.</li> <li>2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ, термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. — К. : Європ. ун-т, 2007. — 57 с.</li> <li>3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. — К. : Карпенко, 2007. — 219 с.</li> <li>4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. — 2-ге вид., оновл. — К. : К.І.С., 2006. — 138 с.</li> </ol>
<p>Атласи</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук, редкол.: С. С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін]. — / [наук, редкол.: С. С. Куруленко та ін.].— К. : Варта, 2006. — 217. [1] с.</li> <li>2. Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. — 2-ге вид., розшир. та доповн. — Дніпропетровськ : Пороги, 2005. — 218 с.</li> <li>3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. — Х.: Ранок, 2005. — 96 с.</li> </ol>
<p>Законодавчі та нормативні документи</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. — 207 с. — (Бібліотека офіційних видань).</li> <li>2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. — К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. — 459 с.— (Нормативні директивні правові документи).</li> <li>3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. — Офіц. вид. — К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. — VI, 74 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).</li> </ol>
<p>Стандарти</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. — [Чинний від 2006-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — IV, 231 с. — (Національний стандарт України).</li> <li>2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 — ДСТУ ISO 6107- 9:2004. — [Чинний від 2005-04-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 181 с. — (Національні стандарти України).</li> <li>3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2- 020:2005. — [Чинний від 2007-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 18 с. — (Національний стандарт України).</li> </ol>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Каталоги	<p>1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А. ; ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ "Леонорм-стандарт", 2006— . — (Серия "Нормативная база предприятия").</p> <p>Т. 5. — 2007 — 264 с.</p> <p>Т. 6.— 2007. — 277 с.</p> <p>2. Памятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]. — Львів : Новий час, 2003. — 160 с.</p> <p>3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. — [Суми : Унів. кн., 2003]. —11 с.</p> <p>4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. — Донецк: Лебедь, 2005. — 228 с.</p>
Бібліографічні покажчики	<p>1. Куц О. С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. — Львів : Укр. технології, 2007.—74 с.</p> <p>2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997—2005 роки /[уклад. Кириш Б. О., Потлань О. С]. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. — 11с. — (Серія: Бібліографічні довідники ; вип. 2).</p>
Дисертації	<p>1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси: дис. ... доктора фіз.- мат, наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. — К., 2005. — 276 с.</p>
Автореферати дисертацій	<p>1. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 “Технологія машинобудування” / І. Я. Новосад. — Тернопіль, 2007. — 20. [1] с</p> <p>2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 “Автоматиз. системи упр. та прогрес інформ. технології” / Нгуен Ші Данг. — К., 2007.—20 с.</p>
Авторські свідоцтва	<p>1. А. с. 1007970 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). — №3360585/25—08; заявл. 23.11.81 : опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.</p>
Патенти	<p>1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 : опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).</p>

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Частина книги періодичного, продовжаного видання</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 6. — С. 15—18, 35—38.</li> <li>2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень/ Тетяна Грінчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. — 2006. — № 6 — С. 14—17.</li> <li>3. Валькман Ю.Р. Моделирование НЕ-факторов — основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Биков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 1.— С. 39—61.</li> <li>4. Ма Шуїн. Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуїн // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 5. — С. 12—14.</li> <li>5. Регіональні особливості смертності населення України / Л А. Чепелевська, Р. О. Мойсеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. — 2007. — № 1.— С. 25—29.</li> <li>6. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. — 2007. — Т. 2, № 2. — С. 13—20.</li> <li>7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство XIX ст. Від Куліша до Винниченка : (нарис з новітнього укр. письменства) : статті / Микола Зеров. — Дрогобич, 2007. — С. 245—291.</li> <li>8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности : междунар. науч.-техн. конф., 3-5 окт. 2007 г. : тезисы докл. — Х., 2007. — С. 33.</li> <li>9. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації /Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: проблеми модернізації міст України : (кінець XIX—початок XX ст./Д. М. Чорний. — Х., 2007.— Розд. 3. — С. 137—202.</li> </ol>
<p>Електронні ресурси</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III—IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чусв — 80 Min / 700 MB. — Одеса : Одес. мед. ун-т. 2003. — (Бібліотека студента-медика — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : 1 2 см. — Систем. вимоги: Pentium : 32 Mb RAM : Windows 95, 98, 2000. XP ; MS Word 97-2000.— Назва з контейнера.</li> <li>2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. — К. : CD-вид-во "Інфодиск". 2004. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. : 12 см — (Всеукр. перепис населення, 2001). — Систем. вимоги: Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. — Назва з титул. екрану.</li> <li>3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003“) [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник. — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. : <a href="http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm">http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm</a>.</li> </ol>



Примітки:

1. Бібліографічний опис оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

2. Опис складається з елементів, які поділяються на обов'язкові та факультативні. У бібліографічному описі можуть бути тільки обов'язкові чи обов'язкові та факультативні елементи. Обов'язкові елементи містять бібліографічні відомості, які забезпечують ідентифікацію документа. Їх наводять у будь-якому описі.

Проміжки між знаками та елементами опису є обов'язковими і використовуються для розрізнення знаків граматичної і приписаної пунктуації.

**ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ**

Ботанический журнал – Ботан. журн.

Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии – Бюл. Моск. о-ва. испытат. природы. Отд.—ние. биол.

Видавництво АН УРСР – Вид-во АН УРСР

Вища школа – Вища шк.

Вісник Київського ботанічного саду – Вісн. Київськ. ботан. саду

Всесоюзная конференция – всесоюзн. конф.

Доклады АН СССР – Докл. АН СССР

Доклады Российской Академии наук – Докл. РАН

Доповіді НАН України – Доп. НАН України

Еколого-біологічні – Екол.-біол.

Журнал общей биологии – Журн. общ. биол.

Записки Білоцерківського сільськогосподарського Інституту – Зап. Білоцерк. с-г. ін-ту

Записки общества естествоиспытателей – Зап. о-ва. естествоиспыт.

Заповідна справа в Україні – Запов. справа в Україні

Збірник – Зб.

Известия Российского географического общества – Изв. Рос. геогр. о-ва

Издательство АН СССР – Изд-во АН СССР

Киев: (рос. мовою) – Киев:

Київ (укр. мовою) – К.:

Ленінград – Л.: Наука, 2005

Материалы – Мат-лы

Матеріали XI з'їзду УБТ – Мат-ли XII з'їзду УБТ

Міжнародна конференція – Міжнар. конф.

Москва – М.: Наука, 1992

Москва, Ленинград – М., Л.: Изд-во АН СССР

Наукова думка – Наук. думка

Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологічні науки – Наук. вісн. Ужгор. ун-ту. Сер. біол. науки.

Науковий світ – Наук. світ

Наукові записки – Наук. зап.

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка – Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка

Общество естествоиспытателей – О-во естествоиспытат.

Перевод с английского – Пер. с англ.

За загальною редакцією – За заг. ред.

Проблемы изучения адвентивной флоры СССР – Пробл. изуч. адвент. флоры СССР

Растения – раст.

Санкт-Петербург – Спб.:

Советская наука – Сов. наука

Тезисы докладов – Тез. докл.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

---

Тезиси докладов Всероссийского совещания – Тез. докл. Всерос. совещ.  
Труды – Тр.  
Український ботанічний журнал – Укр. ботан. журн.  
Физиология и биохимия культурных растений – Физиол. и биохим. культ. раст.  
Физиология растений – Физиол. раст.  
Флора Восточной Европы – Фл. Вост. Европы  
Біологічний – біол.  
Біотехнологічний – біотехнол.  
Біофізичний – біофіз.  
Біохімічний – біохім.  
Ботанічний – ботан.  
В (у) тому числі – в (у) т. ч.  
Гідрологічний – гідрол.  
Головним чином – гол. чин.  
Господарський – госп.  
Господарство – госп-во  
Ґрунтовий – ґрунт.  
Дивись – див.  
Експериментальний – експерим.  
Інший – ін.  
Кількість – к-сть  
Кілограм – кг  
Кілометр – км  
Концентрація – конц.  
Латинський – лат.  
Лісотехнічний – лісотехн.  
Метр – м  
Міжнародний – міжнар.  
Мікробіологічний – мікробіол.  
Мікроскопічний – мікроскоп.  
Мінеральний – мінер.  
Мільйон – млн  
Мільярд – млрд  
Молекулярний – молек.  
Морфологічний – морфол.  
Морфофізіологічний – морфофізіол.  
Нанометр – нм  
Наприклад – напр.  
Науковий – наук.  
Національний – нац.  
Неорганічний – неорг.  
Нерадіоактивний – нерадіоакт.  
Нормальний – норм.  
Область – обл.  
Органічний – органіч.  
Радіаційний – радіац.  
Радіоактивний – радіоакт.  
Район – р-н  
Раціональний – рац.  
Рік – р.  
Сільськогосподарський – с.-г.  
Сільське господарство – с. г.  
Спеціальний – спец.

Стаття – ст.  
Століття – ст.  
Та інше – та ін.  
Так далі – т. д.  
Так званий – т. з.  
Технічний – техн.  
Технологічний – технол.  
Тисяча – тис.  
Тому подібний – т. п.  
Тонна – т  
Ультрафіолетовий – УФ  
Фізіологічний – фізіол.  
Характеристика – хар-ка  
Хімічний – хім.  
Центральний – центр.

### ОФОРМЛЕННЯ ІЛЮСТРАЦІЙ

Формат ілюстрацій не повинен перевищувати розмірів аркушу А4. Штрихові рисунки повинні бути чіткими, виконані тушшю чорного кольору на білому папері або роздруковані лазерним принтером. Малюнок за можливості повинен бути розвантажений від підписів, всі умовні позначення повинні пояснюватись у тексті.

Матеріали треба подавати до редакційної колегії журналу (секретарю – О.Б. Мацюк, на кафедрі ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка). Після розгляду матеріалів на засіданні редакційної колегії Вам буде повідомлено про внесення публікації до відповідного номера збірника.

Адреса редакційної колегії збірника:

Редакційна колегія збірника

"Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія"

хіміко-біологічний факультет,

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2

м. Тернопіль

46027

роб. тел. (0352)-43-59-01

моб. тел. 0976605135

## АВТОРИ НОМЕРА

- Баглей О. В.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету (ЧНУ).
- Барна Л. С.** — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ).
- Барна М. М.** — доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Баскевич О. В.** — кандидат медичних наук, доцент кафедри фізичної реабілітації факультету фізичного виховання і спорту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Бияк В. Я.** — кандидат біологічних наук, старший лаборант кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Бедункова О. О.** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології Національного університету водного господарства та природокористування.
- Боднар О. І.** — кандидат біологічних наук, викладач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Бублик Я. Ю.** — аспірант Державного природознавчого музею НАН України.
- Буждиган О. Я.** — кандидат біологічних наук, докторант кафедри екології та біомоніторингу ЧНУ.
- Бусленко Л. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.
- Василенко О. В.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Гавій В. М.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.
- Гайдукевич М. Є.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри лісознавства ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».
- Герц Н. В.** — кандидат біологічних наук, викладач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Григорчук І. Д.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.
- Гудков Д. І.** — доктор біологічних наук, завідувач відділу прісноводної радіоекології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Гулай О. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.
- Гуляєва Г. Б.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України (ІМВ НАНУ).
- Дробик Н. М.** — доктор біологічних наук, декан хіміко-біологічного факультету, професор кафедри загальної біології та методики викладання природничих дисциплін, завідувач лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.
- Загричук О. М.** — молодший науковий співробітник лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.

- Іванців В. В.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.
- Івасюк Ю. С.** — кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник, інженер ІГ НАНУ.
- Комшук Т. С.** — кандидат біологічних наук, здобувач кафедри анатомії людини імені М. Г. Туркевича ВДНЗУ «Буковинський державний медичний університет».
- Конончук В. О.** — студент IV курсу спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» Національного університету водного господарства та природокористування.
- Кравець О. О.** — аспірант 2-го року навчання кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (ВДПУ).
- Красуцька Н. О.** — провідний інженер ІГ НАНУ.
- Курант В. З.** — доктор біологічних наук, професор кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Курейшевич А. В.** — доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник відділу екологічної фізіології водних рослин ІГ НАНУ.
- Кур'ята В. Г.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології ВДПУ.
- Лавріненко В. М.** — старший лаборант кафедри екології Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.
- Ларіонова Д. П.** — провідний інженер відділу санітарної гідробіології ІГ НАНУ.
- Лисенко М. О.** — асистент кафедри лісознавства ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».
- Лисогор Л. П.** — кандидат біологічних наук, старший викладач Криворізького державного педагогічного університету.
- Литвинчук О. О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій (ІМВ НАНУ).
- Мацюк О. Б.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Наконечна С. П.** — асистент кафедри гістології і ембріології Івано-Франківського національного медичного університету.
- Незбрицька І. М.** — аспірантка ІГ НАНУ.
- Пида С. В.** — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Приплавко С. О.** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.
- Рабченюк О. О.** — аспірант кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Руденко С. С.** — доктор біологічних наук, професор кафедри екології та біомоніторингу ЧНУ.
- Сидорчук П. С.** — аспірант кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.
- Скок С. В.** — асистент кафедри екології та сталого розвитку ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет».
- Стефурак В. П.** — доктор біологічних наук, професор кафедри медичної біології і генетики Івано-Франківського національного медичного університету.
- Супрович Т. М.** — доктор сільськогосподарських наук, в. о. професора, завідувач кафедри інфекційних та інвазійних хвороб Подільського державного аграрно-технічного університету.
- Федун О. М.** — асистент кафедри біології Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка.
- Хоменчук В. О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Шевцова Н. Л.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу прісноводної радіоекології ІГ НАНУ.
- Явнюк А. А.** — аспірант Національного авіаційного університету.
- Яворівський Р. Л.** — асистент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.



**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK  
NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

---

Здано до складання 01.03.2016. Підписано до друку 08.03.2016. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.  
Умовних друкованих аркушів — 13.4. Обліково-видавничих аркушів — 16.2. Замовлення № 29  
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 01.03.2016. Signed for printing 08.03.2016. Format 60 x 84/18. Printing paper.  
Number of conventional printing sheets – 13.4. Number of accounted and published pages – 16.2. Order № 29.  
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.