



Наукові записки

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

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



**3-4 (67)
2016**

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2016. — № 3-4 (67). — 178 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 27.12.2016 р. (протокол № 6)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

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

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

*Наукові записки Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія:*
1. *Входять до переліку наукових фахових видань ВАК України
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009.*
2. *У 2010 р. зареєстровані у Європейському інформаційному центрі
періодичних видань (Франція) з наданням ISSN 2078-2357.*
3. *Включені до наукометричної бази даних:*
Index Copernicus з ICV 2015: 45.81.
Directory of Research Journals Indexing.
Journal Factor.
Open Academic Journals Index.
Scientific Indexing Services.
Google Scholar.
4. *У березні 2016 р. пройшли переатестацію на новий п'ятирічний
період (наказ МОН України № 241 від 09.03.2016 р., позиція № 82).*

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

*Published by the decision of the Academic Council
of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
from 27 December 2016 (protocol № 6)*

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

3. Abstracted and indexed in:

Index Copernicus with ICV 2015: 45.81.

Directory of Research Journals Indexing.

Journal Factor.

Open Academic Journals Index.

Scientific Indexing Services.

Google Scholar.

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

ЗМІСТ

БОТАНІКА

- Т. Л. АНДРІЄНКО-МАЛЮК, Л. С. ЮГЛІЧЕК
ФЛОРИСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ НПП «МАЛЕ ПОЛІССЯ» 8
- В. Ю. БЕРЕЗОВСЬКА
ОСОБЛИВОСТІ ВИДОВОГО СКЛАДУ ВОДРОСТЕЙ ВОДОЙМ
ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ»..... 14
- Д. В. ГАНАБА
ТАКСОНОМІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ВУЛИЧНОЇ ДЕНДРОФЛОРИ
МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО..... 25
- О. И. СКАКАЛЬСКАЯ, В. Н. БАТОЧЕНКО
ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *DROSERА ROTUNDIFOLIA* L. НА ТЕРРИТОРИИ
УРОЧИЩА «КЕМПА» (ЛЬВОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) 31

ГІДРОБІОЛОГІЯ

- О. О. ГУПАЛО
МОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЇ ОКУНЯ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ
РІЧКИ ВІТИ..... 37
- О. В. КРАВЦОВА
ДИНАМІКА ФІТОПЛАНКТОНУ У МІСЬКИХ ВОДОЙМАХ З РІЗНИМ
СТУПЕНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ 41

ЕКОЛОГІЯ

- О. М. ВОДЯНИЦЬКИЙ, О. С. ПОТРОХОВ, О. Г. ЗІНЬКОВСЬКИЙ, Ю. М. ХУДІЯШ
ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ТА КИСНЕВОГО РЕЖИМІВ
ВОДОЙМИ НА ВМІСТ БІЛКІВ ТА ГЛІКОГЕНУ В ЕМБРІОНАХ
КОРОПОВИХ РИБ..... 48
- Г. А. ЗАДОРЖНАЯ
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ТЕХНОЗЕМОВ:
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД..... 55
- М. А. КРИЖАНОВСЬКА
ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ТА КРЕМЕНИСТОЇ 69
- Г. Г. МИНИЧЕВА, Е. В. СОКОЛОВ, А. В. ШВЕЦ
ОЦЕНКА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО СТАТУСА ПРИБРЕЖНО-
АКВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЯГОРЛЬЦЬКОГО ЗАЛИВА 74
- С. А. МЯКУШКО
СПІВВІДНОШЕННЯ РІЗНИХ ФОРМ МІНЛИВОСТІ В ПОПУЛЯЦІЯХ
ДВОХ ВИДІВ НОРИЦЬ 84

ОГЛЯДИ

- І. В. ДЕРКАЧ, Н. Д. РОМАНЮК
ВПЛИВ ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТУ НА РОСЛИННІ ОРГАНІЗМИ 91
- О. О. РАБЧЕНЮК, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ
ФЕРУМ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ: ФОРМИ ЗНАХОДЖЕННЯ,
БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ТА ТОКСИЧНІСТЬ ДЛЯ РИБ..... 107

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

- С. В. ПИДА, І. П. ГРИГОРЮК, Н. М. ДРОБИК, М. М. БАРНА
ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ-БІОЛОГ, МІКРОБІОЛОГ,
БІОТЕХНОЛОГ, АГРОЕКОЛОГ, АКАДЕМІК НААН УКРАЇНИ
ВОЛОДИМИР ПИЛИПОВИЧ ПАТИКА..... 120
- С. В. ПИДА, М. М. БАРНА, С. П. МАШКОВСЬКА, О. Б. КОНОНЧУК
ІВАН ПАНАСОВИЧ ГРИГОРЮК – ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ
ФІЗІОЛОГ РОСЛИН 124

ЗМІСТ

С. В. ПИДА, М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА БУТНИЦЬКИЙ ІВАН МИКОЛАЙОВИЧ — ВІДОМИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН ТА ПЕДАГОГІКИ ВИЩОЇ ШКОЛИ	133
М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, О. І. КИРИЧЕНКО, С. А. ЛОСЬ ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ЦИТОЛОГ І ЕМБРІОЛОГ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН, СТАРШИЙ НАУКОВИЙ СПІВРОБІТНИК ЗІНАЇДА ПАВЛІВНА КОЦ	147
А. І. ГЕРЦ, Н. М. ДРОБИК ВОЛОДИМИР ОВСЙОВИЧ ЯКОВЛЄВ – ТАЛАНОВИТИЙ ВИКЛАДАЧ ТА ВЧЕНИЙ	155
О. С. ВОЛОШИН СТАНІСЛАВ ІВАНОВИЧ ГАЛАНТЮК – ТАЛАНОВИТИЙ ВИКЛАДАЧ І НАУКОВЕЦЬ	158
РЕЦЕНЗІЇ	
М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З ДЕКОРАТИВНОЇ ДЕНДРОЛОГІЇ.....	160
ВТРАТИ ОСВІТИ І НАУКИ	
М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА ПАМ'ЯТІ АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ МИХАЙЛА АНДРІЙОВИЧА ГОЛУБЦЯ	166
В. В. ГРУБІНКО, Н. М. ДРОБИК ПАМ'ЯТІ ВИДАТНОГО ВЧЕНОГО-ЕНЦИКЛОПЕДИСТА, АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ ГРОДЗІНСЬКОГО ДМИТРА МИХАЙЛОВИЧА	170
В. В. ГРУБІНКО, М. М. БАРНА ПАМ'ЯТІ ЧЛЕНА-КОРЕСПОНДЕНТА НАН УКРАЇНИ ТРАВЛЄСВА АНАТОЛІЯ ПАВЛОВИЧА.....	173
АВТОРИ НОМЕРА	176

CONTENTS

BOTANY

T. L. ANDRIENKO-MALYUK, L. S. YUGLICHEK FLORISTIC FEATURES OF THE NATIONAL NATURE PARK "MALE POLISIE"	8
V. YU. BEREZOVSKA PECULIARITIES OF THE SPECIES COMPOSITION OF RESERVOIRS ARBORETUM "ALEXANDRIA"	14
D. V. HANABA TAXONOMIC DIVERSITY OF DENDROFLORA OF KHMELNYTSKYI CITY STREETS.....	25
O. I. SKAKALSKA, V. N. BATOCHENKO CENOPOPULATIONS <i>DROSERA ROTUNDIFOLIA</i> L. IN THE NATURE RESERVE "KEMPA" (LVIV REGION)	31

HYDROBIOLOGY

O. O. HUPALO MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF PERCH POPULATION OF THE MOUTH AREA OF THE VITA RIVER.....	37
O. V. KRAVTSOVA PHYTOPLANKTON DYNAMICS OF URBAN WATER BODIES WITH VARYING DEGREES OF HUMAN PRESSURE	41

ECOLOGY

A. VODIANITSKYI, A. POTROKHOV, O. ZINKOVSKYI, YU. HUDIYASH EFFECTS OF FLUCTUATIONS IN TEMPERATURE AND OXYGEN REGIME RESERVOIRS ON THE PROTEIN AND GLYCOGEN OF CARP FISH EMBRYOS	48
G. A. ZADOROZHNA SPATIAL HETEROGENEITY OF INDUSTRIAL SOIL PLANTS: ECOLOGICAL APPROACH	55
M. A. KRYZHANOVSKA THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON PRODUCTIVITY DATA OF SWEET CORN AND FLINT CORN.....	69
G. G. MINICHEVA, E. V. SOKOLOV, A. V. SHVETS ASSESSMENT OF THE NATURAL AND ANTHROPOGENIC STATUS OF THE COASTAL AND AQUATIC COMPLEXES ALONG YAHORLYK BAY.....	74
S. A. MYAKUSHKO THE RATIO OF DIFFERENT FORMS OF VARIABILITY IN POPULATIONS OF TWO SPECIES OF VOLES	84

REPORTS AND SURVEYS

I. V. DERKACH, N. D. ROMANIUK THE IMPACT OF SOIL SALINITY ON PLANTS	91
O. O. RABCHENYUK, V. O. KHOMENCHUK, V. Z. KURANT IRON IN AQUATIC ECOSYSTEMS: THE FORMS OF EXISTENCE, BIOLOGICAL SIGNIFICANCE AND TOXICITY FOR FISH	107

HISTORY OF SCIENCES. PERSONALIA

S. V. PYDA, I. P. HRYHORIUK, N. M. DROBYK, N. N. BARNA VOLODYMYR PATYKA, A PROMINENT UKRAINIAN SCIENTIST, BIOLOGIST, AND EDUCATOR.....	120
S. V. PYDA, M. M. BARNA, S. P. MASHKOVSKA, O. B. KONONCHUK IVAN PANASOVYCH HRYHORIUK - AN OUTSTANDING UKRAINIAN PLANT PHYSIOLOGIST	124
S. V. PYDA, N. N. BARNA, L. S. BARNA BUTNITSKII IVAN NIKOLAIEVICH, AN OUTSTANDING SCIENTIST IN THE FIELDS OF PHYSIOLOGY AND HIGHER EDUCATION PEDAGOGY	133

CONTENTS

N. N. BARNA, L. S. BARNA, O. I. KYRYCHENKO, S. A. LOS A RENOWNED UKRAINIAN CYTOLOGIST AND WOODY PLANT, EMBRYOLOGIST ZINAIDA PAVLOVNA KOTZ	147
A. I. HERTZ, N. M. DROBYK VOLODYMYR OVSIIOVYCH YAKOVLEV, A TALENTED EDUCATOR AND SCIENTIST	155
O. S. VOLOSHYN STANISLAV IVANOVICH GALANTYUK IS A TALENTED TEACHER AND RESEARCHER	158
REVIEWS	
N. N. BARNA, L. S. BARNA TEXTBOOK. ORNAMENTAL DENDROLOGY	160
LOSSES IN THE FIELDS OF EDUCATION AND SCIENCE	
N. N. BARNA, L. S. BARNA IN MEMORY OF ACADEMICIAN OF NAS OF UKRAINE, MYKHAILO HOLUBETS	166
N. M. DROBYK, V. V. GRUBINKO IN MEMORY OF DMITRY GRODZINSKY, A DISTINGUISHED ENCYCLOPEDIST AND SCIENTIST	170
M. M. BARNA, V. V. GRUBINKO IN MEMORY OF TRAVLEIEV ANATOLII PAVLOVICH	173
AUTHORS FEATURED	176

БОТАНІКА

УДК: 502.7(477.43)

¹Т. Л. АНДРІЄНКО-МАЛЮК, ²Л. С. ЮГЛІЧЕК

¹Мезинський національний природний парк

вул. Свердлова, 49 а, с. Свердловка, Коропський район, Чернігівська область, 16212

²Хмельницький національний університет

вул. Інститутська, 11, Хмельницький, 29016

ФЛОРИСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ НПП «МАЛЕ ПОЛІССЯ»

Охарактеризовано флористичні особливості території національного природного парку «Мале Полісся», що знаходиться в східній частині Малого Полісся (Хмельниччина). Описано раритетну компоненту флори. Наведено список із 17 рідкісних видів рослин парку, занесених до Червоної книги України та 40 видів регіонально рідкісних рослин, що підлягають охороні на Хмельниччині.

Ключові слова: Мале Полісся, НПП «Мале Полісся», Хмельниччина, флора, рідкісні види

НПП «Мале Полісся» (8762,7 га) створено в 2013 р. в східній частині Малого Полісся на території Славутського та Ізяславського районів Хмельницької області. Парк характеризується високими показниками репрезентативності та унікальності рослинного світу. Мета статті – визначити флористичні особливості території парку, охарактеризувати раритетну компоненту його флори.

Матеріал і методи досліджень

Польові дослідження здійснювались з використанням класичних методів упродовж 1998-2015 років на території східної частини Малого Полісся в межах Хмельницької області. Назви рослин наведені за «Определителем высших растений Украины» (1999) зі змінами.

Результати досліджень та їх обговорення

Для території парку характерна значна залісненість (60 %), фітоценотична різноманітність, добра збереженість структури фітоценозів. Домінують сосново-дубові ліси, значна участь соснових природних соснових лісів та культури сосни звичайної. Трапляються ділянки дубових лісів. Невеликі площі займають грабово-дубові, а також похідні від цих лісів. На незначних площах зростають чорновільшняки та ліси з участю *Betula pendula* Roth. Серед деревних порід найменшою є участь *Carpinus betulus* L. Лучна рослинність не займає значних площ. Боліт небагато, але вони дуже різноманітні. Водна та прибережно-водна рослинність парку приурочена до русла Горині та природних і штучних озер.

Тут досить багата і своєрідна флора. Виявлення повного флористичного складу території потребує подальшого дослідження. Проте вже нині за матеріалами польових досліджень авторів, а також літературними та гербарними матеріалами можна стверджувати, що флора цієї території нараховує до 700 видів судинних рослин. Вона є відносно молодою і сформувалась у післяльодовиковий період із різних ботаніко-географічних центрів, основними із яких є гумідний, аридний та арктоальпійський. Гляціальні води утворили тут зандрову рівнину з

досить бідними та супіщаними відкладами, на яких склалася флора переважно бореального характеру. В голоцені, незважаючи на загальне потепління, бореальна флора як Малого Полісся, так і Полісся в цілому, не була повністю витіснена неморальною і добре тут збереглась.

Внаслідок історичної молодості флора відзначається малою кількістю ендемічних видів та значною кількістю погранично-ареальних видів – насамперед тих, що перебувають на південній межі ареалу.

Серед еколого-ценотичних груп здебільшого трапляються лісові бореальні види. Вони переважають у соснових лісах, які тут є найбільш поширеними. Це такі види як *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Rhamnus frangula* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Pyrola rotundifolia* L., деякі види папоротей. Бореальні види також домінують та виступають як асектатори в угрупованнях боліт, насамперед, осокових та осоково-сфагнових. Це – *Comarum palustre* L., *Ledum palustre* L., *Calla palustris* L., осоки – *Carex elata* All., *C. rostrata* Stokes, *C. lasiocarpa* Ehrh., пухівки – *Eriophorum vaginatum* L. та *E. polystachyon* L., болотні верби – *Salix myrtilloides* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. rosmarinifolia* L. тощо.

Види широколистяних лісів – неморальні – не відіграють тут значної ролі. Вони відмічені в лісах як асектатори. Це переважно види з європейським та євразійським ареалами. Серед них – *Stellaria holostea* L., *Aegopodium podagraria* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Asarum europaeum* L., *Galium odoratum* (L.) Scop. тощо. Основу лучних ценозів парку становлять види з широкими голарктичними та євразійськими ареалами, які зростають на луках рівнинної частини України – *Dactylis glomerata* L., *Alopecurus pratensis* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Poa pratensis* L., *Festuca pratensis* Huds. тощо.

Характерною особливістю флори парку є наявність в її складі центральноєвропейських видів, які знаходяться тут на східній межі поширення – *Juncus bulbosus* L., *Juncus squarrosus* L., *Rubus hirtus* Waldst. et Kit., *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb та деяких інших [7]. Своєрідну групу в складі флори парку становлять реліктові види – третинний релікт *Scheuchzeria palustris* L., післяльодовикові релікти – *Salix myrtilloides*, *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub. Із нечисленних ендеміків на території парку виявлені популяції поліського ендеміка *Dianthus pseudosguarasus* Klok. та південно-східнокарпатського – *Primula elatior* (L.) Hill. [6]. Недостатньо вивчено нині синантропну компоненту флори парку, яка потребує спеціального дослідження. В цілому флора парку є багатою і різноманітною, містить види різних ботаніко-географічних та еколого-ценотичних груп.

В складі флори території парку значною виявилась її раритетна компонента. За попередніми даними тут зростає 17 видів, занесених до Червоної книги України та 40 видів, які охороняються у Хмельницькій області (регіонально рідкісні). До Червоної книги України занесені: *Carex bohémica* Schreb., *C. davalliana* Smith, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó s.l., *D. maculata* (L.) Soó s.l., *Daphne cneorum* L., *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *E. helleborine* (L.) Crantz, *Galantus nivalis* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Juncus bulbosus* L., *Lilium martagon* L., *Lycopodium annotinum* L., *Salix myrtilloides* L., *Scheuchzeria palustris* L., *Utricularia minor* L., *U. intermedia* Hayne.

Carex bohémica – вид з диз'юнктивним євразійським ареалом, один із найбільш рідкісних видів української флори. Декілька відомих раніше в Україні його місцезростань тривалий час не підтверджувались і рослина вважалась зниклою. *Carex bohémica* трапляється переважно в смугах заростання проточних або непроточних водойм з мулистими або піщаними ґрунтами. В сусідніх країнах – Польщі та Білорусі, ця осока є також дуже рідкісною. В 1998 році ми виявили велику популяцію цього зникаючого виду в урочищі Терєбіжі [4]. Проте зараз озеро висихає і популяція осоки богемської значно зменшилась.

Carex davalliana в Україні зустрічається на Волинському лесовому плато, Західному Поділлі, Західному Поліссі, Розточчі та в Малому Поліссі. Східна межа поширення його проходить приблизно по лінії Сокаль-Остріг-Хмельницький-Кам'янець-Подільський. Ми вперше виявили місцезростання виду в східній частині Малого Полісся. Обидва вони на Ізяславщині: в кв. 83 Плузжянського л-ва Ізяславського ДЛГ та біля села Кодини на болоті, що знаходиться на терасі р. Гнилий Ріг [7].

Dactylorhiza incarnata – євразійський вид. Зростає на більшій частині України, але в степовій зоні – рідко. Ця лучно-болотна орхідея є однією з найбільш поширених рослин цього роду, але, як і всі орхідні, потерпає від осушення лук та боліт. На території парку місцезростання зозульок м'ясочервоних відмічені скрізь, де є відповідні екотопи. Зокрема вони зростають на території Михельського гідрологічного заказника [5].

Dactylorhiza maculata – європейський лучно-болотний вид, який в Україні трапляється виключно в лісовій зоні. Найбільш чисельним є на луках Карпат. На території парку зростає на торф'янистій луці в Лютарському лісництві.

Ареал *Daphne sneorum* в Україні складається з двох частин: полісько-волино-подільської (Західне Полісся, Волинська височина, Розточчя, Мале Полісся) та придніпровської (лісостепова частина Придніпров'я). Ми виявили *D. sneorum* на території Клиновецького урочища. Вид зростає невеликими плямами в старому світлому лісі на ділянках асоціації *Pinetum myrtilloso-hylocomiosum*. Місцезростання *D. sneorum* в східній частині Малеого Полісся та біля Городниці на Житомирщині знаходяться між двома частинами ареалу і очевидно є тією ланкою, що їх зв'язує [7].

Diphasiastrum complanatum – голарктичний вид на південній межі ареалу. Основні місцезростання цього виду в Україні зосереджені на Поліссі в його північній частині, зрідка зустрічаються і в лісах Малеого Полісся. Для Хмельниччини раніше не наводився. На території парку велику популяцію цього незвичайного плауна ми виявили у сосновому лісі чорницево-зеленомоховому, який розміщується на межі Славутського та Ізяславського районів, неподалік від озера Терезіжі. Для Хмельниччини це єдине відоме місцезростання цього виду [2].

Eriopactis palustris – євразійсько-середземноморський вид, зростає на торфових болотах та заболочених луках. Скорочує своє поширення внаслідок осушення боліт. На Хмельниччині коручка болотна є дуже рідкісною. Відомі поодинокі місцезростання є давніми і останнім часом не підтверджуються. На території парку значна популяція виду виявлена на карбонатному болоті, що знаходиться на березі р. Гнилий Ріг. Тут коручка зростає в угрупованні, яке утворила осока Девелла. Рослини мають добру життєвість, квітнуть і плодоносять [7].

Eriopactis helleborine – євразійський лісовий вид. В Україні зустрічається майже по всій території за винятком півдня степової зони. Характеризується адаптацією до різних екологічних умов – може зростати в чагарниках, на узліссях. На території парку виявлена в декількох місцях в дубово-грабовому лісі та у чагарникових заростях біля русла р. Горинь [7].

Huperzia selago – голарктичний вид на південній межі ареалу. В Україні поширений в основному в Карпатах, на рівнині є рідкісним. На території парку виявлений в сосновому лісі зеленомоховому (урочище Терезіжі). Утворює куртини діаметром від 0,5 м до 0,8 м [2].

Galantus nivalis на Україні поширений в Карпатах, Закарпатті, Передкарпатті, на Правобережному Поліссі, Лісостепу та Степу. На території НПП «Мале Полісся» трапляється спорадично, зокрема місцезростання виду відмічені на території Лютарського лісництва.

Lilium martagon – високодекоративна лісова рослина, має євросибірський ареал. В Україні зростає в листяних та мішаних лісах Лісової та Лісостепової зон. Скорочує своє поширення внаслідок порушення лісових екотипів, зривання на букети та викопування цибулин. На території парку лілія лісова поодинокі зростає на ділянках листяних та мішаних лісів Славутського району.

Lycopodium annotinum – голарктичний вид на південній межі ареалу. В Україні він найбільш поширений в ялинових лісах Карпат, рідше зустрічається у лісовій зоні на рівнині України і рідко – в Лісостепу. На території парку відомі місцезростання пов'язані з вологими сосновими лісами як Ізяславського, так і Славутського районів. Місцями *Lycopodium annotinum* утворює фрагменти угруповань *Pinetum franguloso-lycopodiosum (annotini)*, *Querceto-Pinetum franguloso-lycopodiosum (annotini)*.

Salix myrtilloides – реліктова рослина, місцезростання якої пов'язані з мезотрофними обводненими болотами Полісся, Розточчя. Зрідка трапляється на півночі Лісостепу. Скорочує своє поширення, зникає внаслідок осушення. На території парку відомі три місцезростання цієї рідкісної рослини – на сфагновому плаві озера Святого, на «Клюквенному полі» та на

мезотрофному болоті, яке знаходиться в лісовому масиві Голицького лісництва Славутського ДЛГ [6].

Scheuchzeria palustris – реліктова рослина третинного періоду. Основні її місцезростання в Україні пов'язані зі сфагновими болотами Західного Полісся. Вид скорочує своє поширення. На території Хмельниччини шейхцерія болотна знаходиться в ізольованих місцезростаннях на південь від межі суцільного ареалу. Зростає переважно в мочажинах – обводнених зниженнях на болотах з покривом із сфагнових мохів та сфагнових плавах, що утворюються при заростанні водойм. В подібних умовах вона зростає на сфагновому плаві озера Святого. Нині це єдиний локалітет цього виду як на території парку, так і на території Хмельниччини [3].

Utricularia minor – вид з циркумбореальним ареалом. В Україні зустрічається на заході Полісся та в Лісостепу. В Україні вид розсіяно зростає в Поліссі, насамперед, Західному, рідше – Правобережному, спорадично – Лісостепу, рідко – Степу, Карпатах [1]. На території парку виявлений в урочищі «Теребіжі» на ділянках асоціації *Typha latifolia-Carex omskiana-Sphagnum (sec. Cuspidata)* [7].

Utricularia intermedia має ареал, який включає Кавказ, Західний та Східний Сибір, Арктику, Далекий Схід, Середню Азію, Скандинавію, Середню та Атлантичну Європу, Середземномор'я, Японію, Китай, Північну Америку. В Україні вид трапляється переважно у Поліссі, здебільшого Правобережному. Дуже рідко відмічений в Лісостепу. На території парку виявлений в Михельському гідрологічному заказнику (Ізяславський р-н) [7].

Juncus bulbosus – центральноєвропейський вид на східній межі ареалу. Малопоширена гідрофільна рослина. Зростає на обводнених зниженнях сфагнових боліт, на обводнених ділянках заболочених лісів, у меліоративних каналах. Ситник бульбистий дуже чутливий до антропогенного впливу і стає все більш рідкісним внаслідок осушення боліт та забруднення водойм. Місцезростання цього виду на дослідженій території – єдині нині відомі для Хмельниччини. Вони – на березі озера Святого в Ізяславському районі та на одному з заростаючих озер в урочищі Теребіжі Славутського району.

На території парку виявлено ряд регіонально рідкісних видів рослин, які підлягають охороні у Хмельницькій області: *Andromeda polifolia* L., *Calla palustris* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Carex limosa* L., *C. caespitosa* L., *C. pilulifera* L., *C. atherodes* Spreng., *C. lasiocarpa* Ehrh., *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem, *Comarum palustre* L., *Daphne mezereum* L., *Dianthus pseudosquarrosus* (Novák) Klokov, *Dentaria glandulosa* Waldst. et Kit., *Dryopteris austriaca* auct. (Jacq.) Woyn., *Drosera rotundifolia* L., *Eriophorum polystachyon* L., *E. vaginatum* L., *E. latifolium* Hoppe, *Genista germanica* L., *Gymnocarpium dryopteris* (L.), *Gnaphalium uliginosum* L., *Hottonia palustris* L., *Ledum palustre* L., *Lycopodium clavatum* L., *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin, *Melittis sarmatica* Klokov, *Menyanthes trifoliata* L., *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Phyteuma spicatum* L., *Potentilla alba* L., *Polypodium interjectum* Shivas, *Pyrola rotundifolia* L., *Sparganium minimum* Wallr., *Sempervivum ruthenicum* W.D.J. Koch ex Schnittsp. & C.B. Lehm., *Thelypteris palustris* (S. F. Gray) Schott, *Juncus squarrosus* L., *Scorzonera humilis* L., *Utricularia vulgaris* L., *Valeriana exaltata* J. C. Mikan, *Vaccinium uliginosum* L.

Висновки

Отже, територія НПП «Мале Полісся» характеризується добре збереженими різноманітними природними комплексами, значною залісненістю (до 60 %), багатим і різноманітним рослинним покривом. Флористичні особливості території парку – молодість флори, багатство видів, різноманітність їх ботаніко-географічних та еколого-ценотичних груп; переважання бореальних видів та наявність центральноєвропейських, які перебувають на східній межі поширення. Серед еколого-ценотичних груп виділяються лісові бореальні види, які тут здебільшого трапляються.

На території парку виявлено 17 видів рослин, занесених до Червоної книги України, та 40 – до переліку рідкісних рослин Хмельниччини. Висока частка рідкісних видів у складі флори території парку є показником збереженості природних екосистем. В складі рідкісних видів флори є ряд бореальних видів, місцезростання яких в регіоні поодинокі (дифазіаструм сплюснутий). Серед центральноєвропейських найбільш рідкісною є осока богемська. Досить значним виявився список регіонально рідкісних видів. Серед них – значна частка видів, які є

домінантами рослинних угруповань, насамперед болотних екосистем. Безумовно, подальше дослідження флори парку збільшить як кількість видів раритетної компоненти флори, так і виявить нові місцезнаходження рідкісних видів.

Отримані результати досліджень доцільно використати для детальної інвентаризації флори національного парку "Мале Полісся" та розроблення системи заходів щодо її збереження.

1. Андрієнко Т. Л. Комахоїдні рослини України / Під ред. В. В. Протопопової. — К.: Альтерпрес, 2010. — 80 с.
2. Андрієнко Т. Л. Наукова характеристика гідрологічного заказника «Теребіжі» / Т. Л. Андрієнко, О. І. Прядко, Л. С. Юглічек // Національні природні парки в екологічній мережі України (до створення в зоні Малого Полісся Хмельницької області НПП «Озеро Святе») [Збірник наукових праць за матеріалами науково-практичної конференції, яка проводилася з нагоди початку робіт зі створення в зоні Малого Полісся Хмельницької області Національного природного парку «Озеро Святе» (Хмельницький-Славута, 27 листопада 2001 р.)]. — Кам.-Подільський: Пр. в-во «ОПОМ», 2001. — С. 7—9.
3. Андрієнко Т. Л. Наукова характеристика пам'ятки природи «Озеро Святе» / Т. Л. Андрієнко, О. І. Прядко, Л. С. Юглічек // Національні природні парки в екологічній мережі України (до створення в зоні Малого Полісся Хмельницької області НПП «Озеро Святе») [Збірник наукових праць за матеріалами науково-практичної конференції, яка проводилася з нагоди початку робіт зі створення в зоні Малого Полісся Хмельницької області Національного природного парку «Озеро Святе» (Хмельницький-Славута, 27 листопада 2001 р.)]. — Кам.-Подільський: Пр. в-во «ОПОМ», 2001. — С. 3—6.
4. Нові місцезнаходження *Carex bohemica* Schreb. в Україні / [Андрієнко Т. Л., Прядко О. І., Недоруб О. Ю., Антосяк В. М.] // Укр. ботан. журн. — 1999. — Т. 56. — № 2 — С. 160—162.
5. Юглічек Л. С. Нові місцезнаходження рідкісних гігрофітних видів у східній частині Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Укр. ботан. журн, 2001. — Т. 58. — № 1. — С. 40—47.
6. Юглічек Л. С. Раритетна компонента флори східної частини Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Різноманіття природи Хмельниччини: збірник статей за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції "Ландшафтне та біологічне різноманіття Хмельниччини: дослідження, збереження та відтворення" м. Кам'янець-Подільський, 17-18 грудня 2003 р. — Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2004. — 296 с.
7. Юглічек Л. С. Центральноевропейські види східної частини Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Укр. ботан. журн, 2003. — Т. 60. — № 1. — С. 41—47.

Т. Л. Андриенко-Малюк, Л. С. Югличек
Мезинский национальный природный парк
Хмельницкий национальный университет

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «МАЛОЕ ПОЛЕСЬЕ»

Определены флористические особенности территории национального природного парка «Малое Полесье», который находится в восточной части Малого Полесья (Хмельниччина). Описано раритетную компоненту флоры. Приведено перечень 17 редких видов растений парка, занесенных в Красную книгу Украины и 40 видов регионально редких растений, которые охраняются в Хмельницкой области.

Ключевые слова: Малое Полесье, НПП «Малое Полесье», Хмельницкая область, флора, редкие виды растений

T. L. Andrienko-Malyuk, L. S. Yuglichek
National nature park «Mezinsky», Ukraine
Khmelnytsky National University, Ukraine

FLORISTIC FEATURES OF THE NATIONAL NATURE PARK "MALE POLISSIA"

The article attempts to describe the floristic features of the territory of National park "Small Polissia". The National park (S = 8762.7 ha) is located in the eastern part of Small Polissia (Slavuta and Iziaslav

districts of Khmelnytskyi region). The research was conducted over 1998-2015 using route-field floral, geobotanical, population-biological methods, and study of written and herbarium materials. Among floral features of the park we may mention young flora, variety of species, diversity of botanical-geographical and eco-cenotic groups; dominating boreal species and Central European species distributed mainly along the eastern border. As for the eco-cenotic groups, here boreal forest species are the most numerous. They dominate in pine forests, which are the most common. These species include *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Rhamnus frangula* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Pyrola rotundifolia* L., some species of ferns, too. Boreal species are the most widespread and also serve as assektatory in communities of wetlands, above all, sedge and sedge-sphagnum. This group contains the following species: *Comarum palustre* L., *Ledum palustre* L., *Calla palustris* L., *Carex elata* All., *C. rostrata* Stokes, *C. lasiocarpa* Ehrh., *Eriophorum vaginatum* L. and *E. polystachyon* L., *Salix myrtilloides* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. rosmarinifolia* L. and more. Since the flora is historically young, it is characterized by a small number of endemic species and a large number of border-areal species, especially those covering the southern border area. We have found and described the habitat of 17 rare plant species listed in the Red Book of Ukraine (*Carex bohemica* Schreb., *C. davalliana* Smith, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó s.l., *D. maculata* (L.) Soós.l., *Daphne cneorum* L., *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *E. helleborine* (L.) Crantz, *Galantus nivalis* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schranket Mart., *Juncus bulbosus* L., *Lilium martagon* L., *Lycopodium annotinum* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Salix myrtilloides* L., *Scheuchzeria palustris* L., *Utricularia minor* L., *U. intermedia* Hayne.) and 40 rare plant species, included in the List of regionally rare species of Khmelnytskyi region (*Andromeda polifolia* L., *Calla palustris* L., *Carex limosa* L., *C. caespitosa* L., *C. pilulifera* L., *C. atherodes* Spreng., *C. lasiocarpa* Ehrh., *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem, *Comarum palustre* L., *Daphne mezereum* L., *Dianthus pseudosquarrosus* (Novák) Klokov, *Dentaria glandulosa* Waldst. et Kit., *Dryopteris austriaca* auct. (Jacq.) Woyn., *Drosera rotundifolia* L., *Eriophorum polystachyon* L., *E. latifolium* Hoppe, *Genista germanica* L., *Gymnocarpium dryopteris* (L.), *Gnaphalium uliginosum* L., *Hottonia palustris* L., *Ledum palustre* L., *Lycopodium clavatum* L., *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin, *Melittis sarmatica* Klokov, *Menyanthes trifoliata* L., *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Phyteuma spicatum* L., *Potentilla alba* L., *Polypodium interjectum* Shivas, *Pyrola rotundifolia* L., *Sparganium minimum* Wallr., *Sempervivum ruthenicum* W. D. J. Koch ex Schnittsp. & C. B. Lehm., *Thelypteris palustris* (S. F. Gray) Schott, *Juncus squarrosus* L., *Scorzonera humilis* L., *Utricularia vulgaris* L., *Valeriana exaltata* J. C. Mikan, *Vaccinium uliginosum* L. and others). A high percentage of rare species of flora found in the park is typical of natural ecosystems. There are very rare Boreal (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub) and Central European (*Carex bohemica* Schreb measure preservation) species. The list of regionally rare species was quite significant comprising a considerable proportion of species dominating plant communities, especially wetland ecosystems. Further studies of the flora will increase the number of species of flora rarity components, and find new areas of rare species. The findings of the research will be used to inventory the flora of National park "Small Polissia" and to determine the types of habitat by establishing ecological network. The park is characterized by relatively unspoilt flora and features a variety of habitats promoting phytodiversity.

Key words: Male Polissye, national nature park "Male Polissie", Khmelnytsky region, floristic features, rare plant species

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 14.09.2016

УДК 582.26

В. Ю. БЕРЕЗОВСЬКА

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ, МСП-1, 01601

ОСОБЛИВОСТІ ВИДОВОГО СКЛАДУ ВОДОРОСТЕЙ ВОДОЙМ ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ»

Досліджений видовий склад фітопланктону водойм дендропарку «Олександрія» налічує 164 види, що представлені 171 вн. такс. з 9 відділів, 15 класів, 33 порядків, 55 родин і 93 родів. Найбільшим різноманіттям водоростей представлені відділи *Chlorophyta* – 60 видів (67 вн. такс.) або ж 39, 18 % та *Bacillariophyta* – 47 (48 вн. такс.) або ж 28,07 %. Значну частку у формуванні видового різноманіття складають також *Euglenophyta* (19) – 11,11 % та *Cyanoprokaryota* (17) – 9,94 %, що може свідчити про підвищений рівень трофності водойм. Проведений аналіз систематичної структури водоростей, визначені домінуючі комплекси та провідні роди досліджуваних водойм. Встановлений розподіл видового багатства водоростей та їх частота трапляння у рибо-господарських ставках гідробіологічної станції, балочних ставках та руслі річки Рось. Виявлено 5 рідкісних видів для флори України (*Acutodesmus javanensis* (Chodat) P. Tsarenko, *Acutodesmus regularis* (Svirenko) P. Tsarenko, *Scenedesmus bacillaris* Gutw., *Centrtractus africanus* F.E.Fritsch et M.F.Rich, *Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle), також новий для флори України вид – *Anabaenopsis circularis* (G.S.West) Wołosz. et V.V. Mill. У статті використанні оригінальні ілюстрації автора та фото одержанні з використанням SEM.

Ключові слова: водорості, дендропарк «Олександрія», водойми, балочні ставки, рибо-господарські р. Рось

Дендропарк “Олександрія” (49°48'44" пн. ш.:30°04'02" сх. д.) знаходиться у місті Біла Церква, Київської області, на території другої заплавної тераси р. Рось і охоплює площу в 405,8 га (з яких S штучних водойм – 10,5 га, а плесо річки Рось – 15 га) [2].

Територія парку має трохи видовжену конфігурацію, яка по формі нагадує неправильну трапецію. Вся територія має плавний нахил до р. Рось і характеризується перепадом висот, який складає 27 м. Парк перетинають три балки: Східна, Середня, Західна, які мають підземні виходи джерельних вод [2]. На території дендропарку представлені різноманітні водойми: рибо-господарські ставки гідробіологічної станції Інституту гідробіології НАНУ, балочні ставки, плесо річки Рось (див. рис. 1).

Результати проведених досліджень донних відкладів ставків Західної балки дендропарку впродовж 1995-2001 років показали, що вони забрудненні сполуками азоту (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-), нафтопродуктами та важкими металами (переважно Cr^{6+} та Mn^{2+}). Фоновим об'єктом слугували донні відклади р. Рось [6].

У той же час комплексні дослідження гідроекологічного стану р. Рось впродовж 1991-2005 років [11] вказують на зміни концентрацій іонів (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mn^{2+} та ін.) та загальної мінералізації. Відмічені також багаторічні коливання концентрацій сольового амонію ($0,005 \text{ мг/дм}^3 - 0,79 \text{ мг/дм}^3$) нітритів ($0,003 \text{ мг/дм}^3 - 0,078 \text{ мг/дм}^3$) та нітратних іонів ($0,03 \text{ мг/дм}^3 - 0,34 \text{ мг/дм}^3$), останні ж мали тенденцію до поступового збільшення. За трофосапробіологічними показниками стан р. Рось біля м. Біла Церква відносили до категорій: «В-мезосапробні» за сапробністю, «мезотрофними» за трофністю, «добрими» за станом води, «досить чисті» за ступенем чистоти [11].

Проте, відомості щодо видового складу водоростей водойм парку надто обмежені. Перші згадки про фітопланктон декоративних ставків, а саме, №18 і №19, опубліковані у замітці Д.О. Радзимовським [7], де зазначено, що видовий склад водоростей ставків у кількісному та якісному стані бідний й налічує 21 вид. У 1950 р. професор Я.В. Ролл [8] вказує для ділянки ріки Рось в межах парку – 74 види водоростей. Згодом, у 60 роках ХХ ст., О.В. Коваленко, проводячи стаціонарні дослідження з вивчення хроококальних водоростей, вказує 10 (11) таксонів цієї групи.

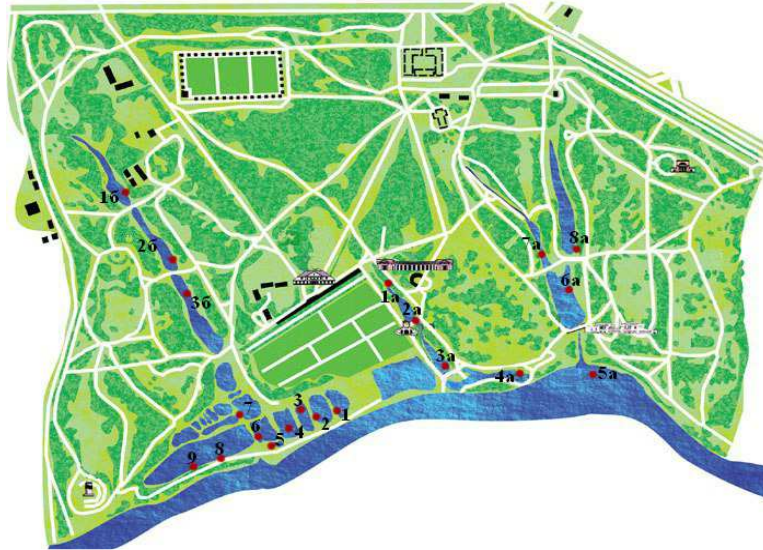


Рис. 1. Карта-схема місць відбору проб у дендропарку «Олександрія»:
Умовні позначення: рибо-господарські ставки гідробіологічної станції – 1, 2, 3, 4, 5,
 6, 7, 8, 9; балочні ставки – 1а, 2а, 3а, 4а, 6а, 7а, 8а, 1б, 2б, 3б; р. Рось – 5а

Представленні літературні дані не репрезентують сучасного стану видового складу водоростей, і залишаються лише основою для подальшого аналізу. Тому, нашою метою було вивчення різноманіття водоростей водойм дендропарку, доповнення та узагальнення нині існуючих відомостей [1].

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для роботи слугували 42 альгологічні проби відібраного влітку 2014 та навесні 2015 року. Це переважно проби фітопланктону та вижимки макрофітних скупчень нитчастих водоростей, що спливали на поверхню водойм (7а, 8а). Збір матеріалу проводили за загальноприйнятими методами, використовуючи планктонну сітку з діаметром пор 10 мкм. Проби опрацьовували у живому та фіксованому стані (4 % розчин формальдегіду) на світлових мікроскопах МБИ-11, Carl Zeiss Primo Star.

Для вивчення структури поверхні стулок діатомових водоростей використовувався скануючий електронний мікроскоп JSM-6060 LA, що знаходиться на базі центру колективного користування електронними мікроскопами Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

Матеріали для виготовлення постійних препаратів і СЕМ досліджень обробляли методом холодного випалювання [10]. На першому етапі водорості відмивались від фіксатора, подальше теки діатомових водоростей оброблювались 10 %-розчином соляної кислоти, щоб нерозчинні у воді вуглекислі солі кальцію та магнію не забруднювали досліджуваний матеріал. Лише після проведених маніпуляцій переходили до безпосереднього очищення матеріалу від органічної речовини [5].

Для ідентифікації видової приналежності водоростей використовували відповідні випуски серій вітчизняних та зарубіжних визначників. Таксономічні статуси видового різноманіття водоростей уточнювали за системою прийнятою в серії монографічних видань «Algae of Ukraine» [12, 13, 14, 15].

Відносна рясність виду визначалася за шкалою К. Стармаха: + – дуже рідко (вид присутній над кожному препараті); 1 – поодинокі (1-6 примірників на препараті); 2 – мало (7-16 примірників у препараті); 3 – порядно (17-30 примірників на препараті); 4 – багато (31-50 примірників на препараті); 5 – дуже багато, абсолютне переважання (понад 50 відсотків примірників у препараті) [17].

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених нами флористичних досліджень, встановлено, що видове різноманіття водоростей водойм дендропарку «Олександрія» представлене 164 видами, 171 внутрішньовидовим таксоном. Нижче приводимо анатований список водоростей, знайдених у водоймах дендропарку «Олександрія».

Таблиця 1

Анатований список водоростей водойм дендропарку «Олександрія»

№ п/п	Назва таксону	Місцезнаходження виду	Частота трапляння
Відділ <i>Cyanoprokaryota</i>			
1.	<i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S.West) Wolosz. Et V.V.Mill.	2	4
2.	<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V.V.Mill.	2, 7	1–2
3.	<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet et Flahault	5a	5
4.	<i>Dolichospermum flosaquae</i> (Bréb. ex Bornet et Flahault) Wacklin, L. R. Hoffmann et Komárek	2, 2a, 5a	1–2
5.	<i>Dolichospermum spiroides</i> (Kleb.) Wacklin, L.R.Hoffmann et Komárek	3	3
6.	<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Nägeli	1, 2, 3, 7, 3a, 4a	1–2
7.	<i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis	5a	1
8.	<i>Merismopedia elegans</i> A. Br.	1, 2, 3, 5, 8, 9, 5a	1–3
9.	<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	3, 3a, 4a, 5a	1–2
10.	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	5a	2
11.	<i>Microcystis pulvereae</i> (H.C.Wood) Forti	1	1
12.	<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek	1, 2, 3, 7	2
13.	<i>Oscillatoria planctonica</i> Wolosz	5a	1
14.	<i>Planktolyngbya contorta</i> (Lemmerm.) Anagnostidis et Komárek	3, 4	3
15.	<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek et Hindák	2, 3	2
16.	<i>Synechococcus</i> sp.	4, 5	1
17.	<i>Woronichinia naegeliana</i> (Ung.) Elenk	2, 7	1–2
Відділ <i>Euglenophyta</i>			
18.	<i>Euglena gracilis</i> G.A.Klebs	2, 5, 6, 4a, 6a, 2б	2
19.	<i>Euglena viridis</i> (O.Müll.) Ehrenb.	3, 4, 1б, 2б	1–2
20.	<i>Colacium vesiculosum</i> Ehrenb.	4a	1
21.	<i>Lepocinclis acus</i> (O.Müll.) Marin et Melkonian	3, 4, 7, 8, 9, 2a, 5a, 1б, 2б	1–2
22.	<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.	2, 4, 1a, 2a	1–2
23.	<i>Lepocinclis spirogyroides</i> Marin et Melkonian	4	+
24.	<i>Monomorpha pyrum</i> (Ehrenb.) Mereschk.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 1б, 2б	1–2
25.	<i>Phacus caudata</i> Hübner	5a	2
26.	<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko	2, 4, 1б, 3б, 5a	1–3
27.	<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenb.) Duj.	1a, 5a	1
28.	<i>Phacus tortus</i> (Lemmerm.) Skvortzov	8	1
29.	<i>Phacus orbicularis</i> Hübner	1a, 2a, 5a	1–2
30.	<i>Phacus undulatus</i> (Skvortzov) Pochm.	4, 8	1
31.	<i>Phacus pleuronectes</i> (O.Müll.) Nitzsch ex Dujard.	4, 6a, 2б, 3б	1–2
32.	<i>Trachelomonas cylindrica</i> Ehrenb.	1б, 2б	1
33.	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein.	4, 3a, 5a	1–2
34.	<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmerm.	4, 7	1
35.	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	4,	1
36.	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko	4, 5a	1–2
Відділ <i>Chrysophyta</i>			
37.	<i>Dinobryon divergens</i> O.E. Imhof	2a, 2б	1
38.	<i>Dinobryon sociale</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	2a	2

БОТАНІКА

Відділ <i>Xanthophyta</i>			
39.	<i>Centrtractus belonophorus</i> (Schmidle) Lemmerm.	1, 5a	1–2
40.	<i>Centrtractus africanus</i> F.E.Fritsch et M.F.Rich	4	+
41.	<i>Goniochloris mutica</i> (A.Braun) Fott	1, 2, 3, 4, 1a, 3a, 4a, 5a, 7a	2–3
42.	<i>Goniochloris fallax</i> Fott	2, 3, 4, 3a,5a	1–2
43.	<i>Pseudostaurastrum limneticum</i> (Borge) Couté et Rousselin	1, 3	+
44.	<i>Tetraedriella spinigera</i> Skuja	1, 3, 4a	1–2
45.	<i>Tribonema minus</i> (Wille) Hazen	1	2
46.	<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	5a	1
Відділ <i>Bacillariophyta</i>			
47.	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	7a	1
48.	<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	1,2,3,4, 1a, 5a, 7a	1
49.	<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grunow	4a,7a	1
50.	<i>Asterionella formosa</i> Hassall.	2a, 4a, 5a	1
51.	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	1	1
52.	<i>Caloneis amphisbaena</i> . (Bory) Cleve	7	1
53.	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenb.) Cleve	3a, 4a	1
54.	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	7a, 5a	1
55.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	7a, 8a	1
56.	<i>Craticula buderii</i> (Hust.) Lange-Bert.	7a	1
57.	<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D.G.Mann	5a	1
58.	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hust.) Round.	5a, 7a	1–2
59.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	5a	2
60.	<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W.Sm.	9	1
61.	<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) van Heurck	5a	2
62.	<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) Kirchner	5a	1–2
63.	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	1	1–2
64.	<i>Diploneis oculata</i> (Bréb.) Cleve	7a	1
65.	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	7a	1
66.	<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow) D.G.Mann	5a	1
67.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton.	5a	1–2
68.	<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	5a	1
69.	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.	7a	1
70.	<i>Gomphonema italicum</i> Kütz.	7a	1
71.	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Ehrenb.	7a	1
72.	<i>Gomphoneis olivacea</i> (Hornemann) P.A.Dawson ex R.Ross & P.A.Sims	5a	1
73.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	1, 2, 5a	1
74.	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin et A. Witkowski	7a	1
75.	<i>Melosira varians</i> C.Agardh	4, 5a	2–3
76.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	5a	1
77.	<i>Navicula oblonga</i> (Kütz.) Kütz.	7a	1
78.	<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	5a	1
79.	<i>Navicula gregaria</i> Donkin.	5a, 7a	+-1
80.	<i>Navicula tripunctata</i> (O. Müll.) Bory	5a	1
81.	<i>Nitzschia sp</i>	5a, 7a	1
82.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	5a, 7a, 8a	1–2
83.	<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Sm.	8a	1–2
84.	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert.	7a	1
85.	<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer	4a	1
86.	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bert	1a, 7a	1
87.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> var. <i>hantzschii</i> Grunow.	5a, 8a	1–2
88.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> f. <i>tenuis</i> (Hustedt) Håkansson & Stoermer	8a	1

БОТАНІКА

89.	<i>Surirella ovalis</i> Bréb.	8a	1
90.	<i>Thalassiosira faurii</i> (Gasse) Hasle .	5a	+
91.	<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Aboal.	7a	2
92.	<i>Ulnaria biceps</i> (Kütz.) Compère	7a	3
93.	<i>Ulnaria capitata</i> (Kütz.) Compère	8a	2
94.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère.	1a, 5a, 7a	1–2
Відділ <i>Cryptophyta</i>			
95.	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenb.	5a	1
Відділ <i>Dinophyta</i>			
96.	<i>Glenodinium gymnodinium</i> Penard.	2a, 5a	1–2
97.	<i>Glenodinium pulvisculus</i> (Ehrenb.) Stein	2, 3	1
98.	<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	2, 2a, 5a	1
99.	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> (Osten.) Bourr.	4, 2a	1–5
Відділ <i>Chlorophyta</i>			
100.	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	1, 2, 3, 5a	2–3
101.	<i>Acutodesmus javanensis</i> (Chodat) P. Tsarenko (= <i>Scenedesmus javanensis</i> Chodat)	1	1
102.	<i>Acutodesmus regularis</i> (Svirenko) P. Tsarenko (<i>Scenedesmus regularis</i> Svirenko)	2, 5a	+–1
103.	<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerh.) P. Tsarenko	1, 3, 4, 7, 9, 2a, 5a	1–2
104.	<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegew. Et Hanagata	4, 2a, 5a	1–2
105.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	3, 8, 7, 9, 5a	1–3
106.	<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W.B.Turner) Lemmerm.	4	1
107.	<i>Chlamydomonas</i> sp.	5a	1
108.	<i>Coelastrum astroideum</i> De Not.	1, 3, 4, 9, 2a, 5a	1–2
109.	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	1, 2, 3, 5a	1
110.	<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	1, 5a	1
111.	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) Kuntz	1, 3, 4, 7, 2a, 5a	1–5
112.	<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedus.) E. Hegew.	1, 5a	1
113.	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegew.) E.Hegew.	1, 2, 3, 4, 7, 1a, 2a	1–2
114.	<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerh.) An, Friedl et E. Hegew.	1, 2a, 5a	1–2
115.	<i>Desmodesmus intermedius</i> var. <i>intermedius</i> (Chodat) E.Hegew.	1, 2a, 5a	2
116.	<i>Desmodesmus intermedius</i> var. <i>acutispinus</i> (Roll) E.Hegew.	1, 2, 5a	1–2
117.	<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>alatus</i> (N.Dedusenko-Shchegoleva) E.Hegew.	1	1
118.	<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i> (Chodat) E.Hegew.	1, 3	1–2
119.	<i>Desmodesmus protuberans</i> (F.E. Fritsch et Rich) E. Hegew.	5a	1
120.	<i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chodat) E.Hegew. et A.Schmidt in E.Hegew.	1, 4, 7, 5a	1–2
121.	<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i> (Naumann) Komárek et Perman	5a	+
122.	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli	5a	1
123.	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	1, 7, 5a	1
124.	<i>Golenecinia radiata</i> Chodat	1, 4, 7, 9, 5a	1
125.	<i>Granulocystopsis decorata</i> (Svirenko) M. Tsarenko	5a	1
126.	<i>Hariotina reticulata</i> P.A.Dang.	1, 4	1
127.	<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chodat	4, 5a	1
128.	<i>Micractinium pusillum</i> Fresen.	4, 5a	+–1
129.	<i>Monactinus simplex</i> var. <i>simplex</i> (Meyen) Corda	1, 3, 8, 5a	1
130.	<i>Monactinus simplex</i> var. <i>echinulatum</i> (Wittr.) Pérez, Maidana et Comas	1	1
131.	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	2, 3, 4, 7, 1a, 5a,	1–4
134.	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárk.-Legn.	2, 3, 4, 7, 9, 1a, 5a	1–4
135.	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárk.-Legn.	2, 4	1

БОТАНІКА

136.	<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Sm.) Komárk.-Legn.	2, 4, 5a	1–3
137.	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárk.-Legn.	7, 3a, 5a	1
138.	<i>Nephrochlamys allanthoidea</i> Korschikov	7	+
139.	<i>Oedogonium</i> sp.	2б	4
140.	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	3, 8, 5a	2
141.	<i>Oocystis marssonii</i> Lemmerm.	1, 8, 2a	1
142.	<i>Oocystis solitaria</i> Wittr.	3, 5a	1–2
143.	<i>Pandorina morum</i> (O. Müll.) Bory	2, 3a, 6a, 2б	1
144.	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen	1, 3, 5a	1
145.	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> West et G.S.West	1, 2, 3, 7, 2a, 5a	1
146.	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>clathratum</i> Racib.	3, 4	1
147.	<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenb.) Deising	1, 4, 8, 9	1–2
148.	<i>Polyedriopsis spinulosa</i> (Schmidle) Schmidle	5a	+
149.	<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegew. in Buchheim	3, 7, 9, 5a	1–2
150.	<i>Pteromonas aculeata</i> (Carter) Lemmerm.	5a	1
151.	<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ralfs) Chodat	5a	1
152.	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	1, 2, 3, 9	1
153.	<i>Scenedesmus bacillaris</i> Gutw.	7	1–2
154.	<i>Schroederia spiralis</i> (Printz) Korschikov	1, 2, 5a	1–2
155.	<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch.	5a	1
156.	<i>Siderocelis ornata</i> (Fott) Fott	5a	1
157.	<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenb.) E.Hegew.	1, 3, 9, 2a, 5a	1
158.	<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G.M.Smith	5a	+
159.	<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg.	1, 2, 4, 9, 5a	1
160.	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansg.	1, 2, 3, 4, 8, 2a, 5a,	1–2
161.	<i>Tetraëdron triangulare</i> Korschikov	1, 8, 5a	1–2
162.	<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordst.) Chodat	9	1
163.	<i>Tetrastrum komarekii</i> Hindák	5a	1
164.	<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i> (Schröder) Lemmerm.	2, 4a, 5a	++1
165.	<i>Treubaria triappendiculata</i> C.Bernard	5a	+
166.	<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman	5a	+
Відділ Charophyta			
167.	<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs	1, 5, 7, 4a, 5a, 6a	1–2
168.	<i>Staurastrum manfeldtii</i> Delp.	1, 2, 6a	1
169.	<i>Cosmarium pyramidatum</i> Bréb.	2, 8, 5a	1–2
170.	<i>Cosmarium humile</i> Nordst. ex De Toni	1, 2, 3a	1–3
171.	<i>Cosmarium botrytis</i> Menegh. ex Ralfs	7, 5a	1

* Умовні позначення: рибо-господарські ставки гідробіологічної станції – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; балочні ставки – 1a, 2a, 3a, 4a, 6a, 7a, 8a, 1б, 2б, 3б; плесо ріки Рось – 5a.

Характеристика нових та рідкісних для флори України водоростей з водойм дендропарку «Олександрія»

1. *Acutodesmus javanensis* (Chodat) P. Tsarenko (=Scenedesmus javanensis Chodat) (див. рис 2.)

Клітини веретеновидні, прямі або злегка зігнуті, з обох кінців витягнуті, 28-50 мкм завдовжки, 4-8 мкм завширшки. Розташовуються клітини послідовно, зчіплюючись своїми верхівками до серединної частини сусідніх клітин у ряді; клітинна оболонка гладка, без зубців та шипів. Рідкісний вид у флорі України. Єдине місцезнаходження цього виду було відмічено у руслі р. Рось біля ст. Круподерниця професором Я.В. Роллом у 1950 році, нині відмічений у рибо-господарському ставі гідробіологічної станції [8].

2. *Acutodesmus regularis* (Svirenko) P. Tsarenko (див. рис. 2)

Клітини веретеновидні, з загостреними та іноді трохи відтягнутими і загнутими всередину кінцями. Оболонка гладка. Довжина клітин з відростком 15-17 мкм, ширина – 3,5–4 мкм [9]. Рідкісний вид у флорі України.

3. *Anabaenopsis circularis* (G.S.West) Wołosz. et V.V.Mill. (див. рис. 2)

Гетероцисти овальні, клітини 3,5-3,6 мкм завширшки. Трихоми злегка зігнуті, інколи на півтора оберти (1-1,5). Клітини циліндричні (і, як правило, злегка зігнуті), блідо-синьо-зеленого кольору, 8,5 -10,5 X 6,5 – 7 мкм . Акінети широко овальні, 6,5–7 мкм. Новий вид у флорі України. Вид описаний з озера Танганьїка (Центральна Африка), відмічений також в Аргентині (недалеко від Буенос-Айрес). Поширений у теплих районах Європи і помірних Південної Америки. Відмічений у водоймах сусідніх країн – Болгарії, Угорщині, Словаччині [16].

4. *Centritractus africanus* F.E.Fritsch et M.F.Rich (див. рис. 2)

Клітини валикоподібні, без шипів 27-37 мкм завдовжки, 5-6 мкм завширшки, прямі, слабо зігнуті або злегка хвилясто скривлені, ближче до кінців нерідко злегка перетягнуті. Кінці клітин конусоподібно звужені. Шипи відмежовані нерізко, при основі здебільшого широкі, поступово відходять від кінців клітин, довгі до 36 мкм завдовжки, Оболонка досить товста. Хроматофорів кілька [4].

Вид рідкісний у флорі України.

5. *Scenedesmus bacillaris* Gutw (див. рис. 2)

Ценобії плоскі, 2 або 4 довгастих, здутих посередині та головчасто потовщених на кінцях клітин, оточені слизом. Клітини 9–12x3,6–4,5 мкм [3]. Вид рідкісний у флорі України.

6. *Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle (див. рис. 3)

Центрична водорість з діаметром стулки 27,5–35 мкм, 10-11 крайових виростів в 10 мкм , 4-7 центральних виростів. Рідкісний вид у флорі України.

Виявлені види водоростей належать до 9 відділів, 15 класів, 33 порядків, 55 родин і 93 родів (див. табл. 2). Найбільшим різноманіттям водоростей представлені відділи *Chlorophyta* – 60 видів (67 вн. такс.) або ж 39,18 % та *Bacillariophyta* – 47 (48 вн. такс.) або ж 28,07 %. Значну частку у формуванні видового різноманіття складають також *Euglenophyta* (19) –11,11 % та *Cyanoprokaryota* (17) –9,94 %, що може свідчити про підвищений рівень трофності водойм, значних концентрацій неорганічних сполук азоту. Провідна роль належить родам *Desmodesmus* (Chodat) S.S. An, T.Friedl et E.Hegew. (7), *Phacus* Dujard. (7), *Monoraphidium* Kom.-Legner. (5), *Navicula* Bory (5), *Trachelomonas* Ehrenb. (5), *Acutodesmus* (Hegewald) Tsarenko (4), *Scenedesmus* Meyen (4), *Gomphonema* Ehrenb. (4), *Tetraëdron* Kütz. (4), *Ulnaria* (Kütz.) Compère (4).

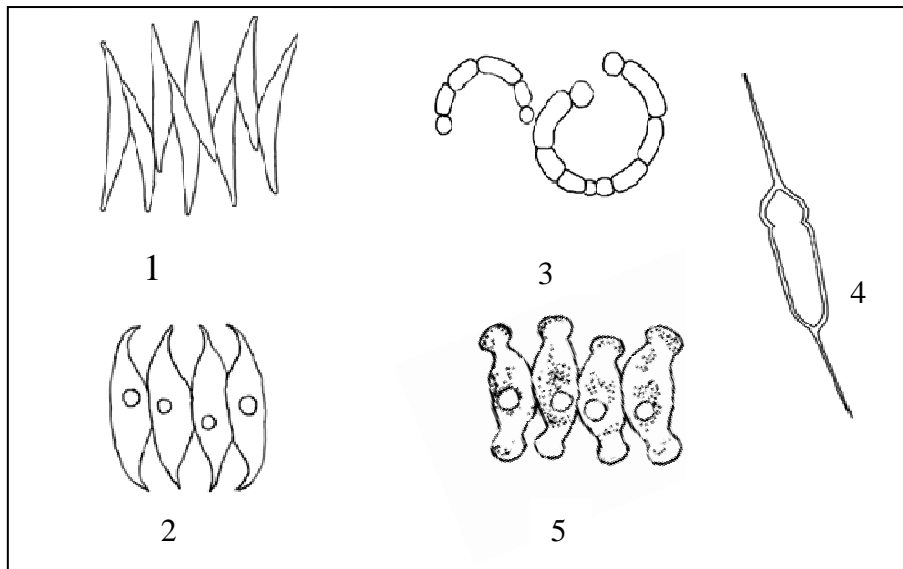


Рис. 2. Нові та рідкісні види водоростей для флори України:

1 – *Acutodesmus javanensis* (Chodat) P. Tsarenko; 2 – *Acutodesmus regularis* (Svirenko) P. Tsarenko; 3 – *Anabaenopsis circularis* (G.S.West) Wołosz. et V.V.Mill.; 4 – *Centritractus africanus* F.E.Fritsch et M.F.Rich ; 5 – *Scenedesmus bacillaris* Gutw.

Таксономічне різноманіття водоростей досліджуваних водойм дендропарку «Олександрія»

Відділ	Кількість (од.)					%, від заг. кількості
	класів	порядків	родин	родів	видів/вн. такс.	
<i>Cyanoprokaryota</i>	1	4	8	11	17	9,94
<i>Euglenophyta</i>	1	2	3	6	19	11,11
<i>Chrysophyta</i>	2	2	2	2	2	1,17
<i>Cryptophyta</i>	1	1	1	1	1	0,59
<i>Xanthophyta</i>	2	4	5	5	8	4,68
<i>Bacillariophyta</i>	3	11	21	30	47(48)	28,07
<i>Dinophyta</i>	1	2	2	2	4	2,34
<i>Chlorophyta</i>	3	6	12	34	60(67)	39,18
<i>Charophyta</i>	1	1	1	2	5	2,92
Всього	15	33	55	93	164(171)	100

Аналіз показав (див. табл. 3), що найбільше таксонів виявлено у річці Рось та рибогосподарських ставках гідробіологічної станції, значно бідніший видовий склад у балочних ставках парку. Розподіл видового складу водоростей дендропарку серед водойм не є рівномірним, що пов'язано з невеликими розмірами водойм, мілководністю, високим ступенем затіненості, проточністю, хімічними параметрами окремих водних об'єктів. Флористичний склад фітопланктону руслової ділянки річки Рось був найрізноманітніший, на що в значній мірі впливає швидкість течії, температурний режим, глибина водотоку, характер берегів, надходження стоків та органічних речовин з водойм дендропарку.

Таблиця 3

Розподіл водоростей за типами водойм

Відділ водоростей	Тип водойм		
	Рибо-господарські ставки	Балочні ставки	Плесо ріки Рось
1	2	4	5
<i>Cyanoprokaryota</i>	14	3	7
<i>Euglenophyta</i>	11	10	7
<i>Chrysophyta</i>	–	2	–
<i>Cryptophyta</i>	–	–	1
<i>Xanthophyta</i>	7	3	4
<i>Bacillariophyta</i>	8	30	23
<i>Dinophyta</i>	2	3	2
<i>Chlorophyta</i>	41	16	48
<i>Charophyta</i>	4	3	3
Всього	87	67	95

У фітопланктоні рибогосподарських ставків основу склали представники *Chlorophyta*, *Cyanoprokaryota* та *Euglenophyta*. У той же час не виявлено представників криптофітових та золотистих водоростей. Цікаво зазначити, що найбільше різноманіття та частота трапляння жовто-зелених водоростей виявлене саме у рибогосподарських ставках (7 видів). Характерною рисою фітопланктону ставків є значна представленість родів: *Desmodesmus* (8), *Monoraphidium* (4), *Phacus*(4), *Trachelomonas* (4) *Microcystis* (3), *Acutodesmus* (3), *Oocystis* (3), *Pediastrum* (3). Значного розвитку досягали у різних ставках цієї групи: *Acutodesmus acuminatus*, *Anabaenopsis circularis*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Desmodesmus subspicatus*, *Desmodesmus communis*, *Crucigenia tetrapedia*, *Merismopedia elegans*, *Microcystis*

aeruginosa, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium contortum*, *Tetraëdron minimum*, *Goniochloris mutica*. Специфічний комплекс екологічних факторів створив сприятливі умови для існування рідкісних видів: *Anabaenopsis circularis*, *Acutodesmus javanensis*, *Acutodesmus regularis*, *Centritractus africanus*, *Scenedesmus producto-capitatus*.

Різноманіття водоростей досліджених нами балочних ставків виявилось найбіднішим. Для ставків Східної балки (16, 26, 36) характерне значне різноманіття еугленових водоростей, зокрема, *Euglena gracilis*, *Lepocinclis acus*, *Lepocinclis ovum*, *Phacus caudatus*. У весняний період відзначений нами розвиток *Oedogonium* sp. Ставки середньої балки характеризувались найменшим видовим складом. У ставку 1а, що був затінений та ізольований від інших, глибиною до 20 см – виявлено лише 14 видів водоростей. Разом з цим, сусідньому ставку 2а відзначено 21 вид і для нього був характерний інтенсивний розвиток *Peridiniopsis elpatiewskyi*, *Crucigenia tetrapedia*, *Glenodinium pulvisculus*. У значній кількості траплялись *Dinobryon sociale* та *Dinobryon divergens*. Ставки 3а та 4а – розміщені дуже близько до самої річки Рось, менш затіненні, глибиною 1-1,5 м. Видовий склад цих водойм був подібний між собою. У пробах домінували *Monoraphidium contortum*, *Crucigenia tetrapedia*, *Tetraedron minimum*, *Phacus caudatus*. У пробах з вижимок зелених нитчастих водоростей Західної балки виявлена значна кількість широкопоширених діатомей (*Amphora ovalis*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cocconeis placentula*, *Melosira varians*, *Ulnaria acus*, *Ulnaria ulna*, *Stephanodiscus hantzschii*) й регіонально цікавих у флористичному відношенні представників (*Gomphonema italicum*, *Gomphonema pseudoaugur*, *Fallacia subhamulata*, *Craticula buderi*).

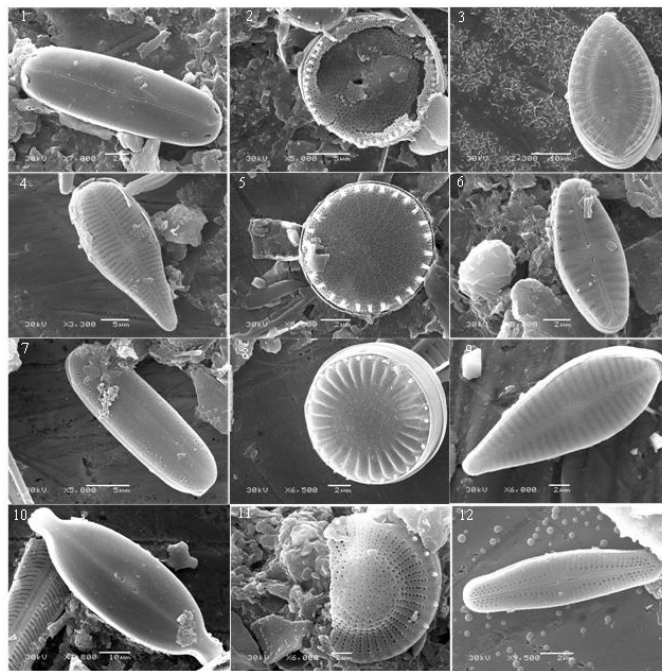


Рис. 3. Дітомові водорості, виявлені у водоймах дендропарку «Олександрія»:
1 – *Fallacia subhamulata* (Grunow) D.G.Mann; 2 – *Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle;
3 – *Surirella ovalis* Bréb.; 4 – *Gomphonema italicum* Kütz.; 5 – *Stephanodiscus hantzschii* Grunow.; 6 – *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert.; 7 – *Diploneis oculata* (Bréb.) Cleve; 8 – *Cyclotella meneghiniana* Kütz.; 9 – *Gomphonema pseudoaugur* Ehrenb.; 10 – *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve; 11 – *Cyclostephanos dubius* (Hust.) Round.; 12 – *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn.

Фітопланктон плеса річки Рось в межах дендропарку представлений 95 таксонами з 8 відділів: *Суанопрокарюта* – 7 (7,37 %), *Еугленопфіта* – 7 (7,37 %), *Криптофіта* – 1 (1,05 %), *Хантофіта* – 4 (4,21 %), *Вацілларіопфіта* – 23 (24,21 %), *Дінофіта* – 2 (2,10 %), *Хлорофіта* – 48 (50,53 %), *Харопфіта* – 3 (3,16%).

Основу різноманіття формують зелені водорості. Для русла річки у літній період характерне «цвітіння». Серед виявлених видів найбільшими показниками трапляння відзначились: *Aphanizomenon flosaquae*, *Dolichospermum flos-aquae*, *Desmodesmus communis*, *Actinastrum hantzschii*, *Coelastrum microporum*, *Acutodesmus acuminatus*, *Coelastrum astroideum*, *Pediastrum duplex*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Melosira varians*. Вартими уваги є спорадичні знахідки таких видів як *Thalassiosira faurii*, *Acutodesmus regularis*, *Granulocystopsis decorata*.

Висновки

Нами ідентифіковано 164 види (171 вн. такс.) водоростей з 9 відділів: *Cyanoprokaryota* – 17 (9,94 %), *Euglenophyta* – 19 (11,11 %), *Chrysophyta* – 2 (1,17%), *Cryptophyta* – 1 (0,59 %), *Xanthophyta* – 8 (4,68 %), *Bacillariophyta* – 47 (48 вн. такс.) (28,07 %), *Dinophyta* – 4 (2,34 %), *Chlorophyta* – 60 (67 вн. такс.) (39,18 %), *Charophyta* – 5 (2,92 %). Основу кількісного розвитку формують зелені та діатомові водорості, значну частку у формуванні видового різноманіття складають також синьо-зелені та еугленові водорості. Значний розвиток останніх вказує на підвищений рівень трофності водойм дендропарку та збагачення їх органічною речовиною. Провідна роль належить родам *Desmodesmus* (7), *Phacus* (7), *Monoraphidium* (5), *Navicula* (5), *Trachelomonas* (5), *Acutodesmus* (4), *Scenedesmus* (4), *Gomphonema* (4), *Tetraëdron* (4), *Ulnaria* (4).

За результатами проведених досліджень серед виявлених таксонів водоростей відзначено *Anabaenopsis circularis* який є новим для флори України, а 5 видів – *Acutodesmus javanensis*, *Acutodesmus regularis*, *Centritractus africanus*, *Scenedesmus bacillaris* Gutw., *Thalassiosira faurii* – рідкісними для флори України.

Созологічні особливості знайдених видів спонукають до проведення подальших цілеспрямованих флористичних досліджень водойм дендропарку «Олександрія».

1. Березовська В. Ю. «Різноманіття водоростей водойм Дендропарку «Олександрія» // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матер. Міжнар. конф. мол. учених, присвяченої 120-річчю від дня народження Д.К. Зерова (м. Полтава, 15–20 вересня 2015 року). — Полтава, 2015 — С. 18—19.
2. Василюк О. Природно-заповідний фонд Київської області [Василюк О., Костюшин В., Норенко К. та ін.]. — К.: НЕЦУ, 2012 — 338 с.
3. Коршиков О. А. Підклас протококові (Protococcineae) / О. А. Коршиков // Визначник прісноводних водоростей УРСР. Киев: Вид. АН УРСР, 1953. — 439 с.
4. Матвієнко О. М. Жовтозелені водорості Xanthophyta / О. М. Матвієнко, Т. В. Догадіна // Визначник прісноводних водоростей УРСР. Х. — Київ: Наук. думка, 1978. — 512 с.
5. Підготовка зразків рослинних тканин для електронної мікроскопії (теоретичні та практичні аспекти) [Текст]: метод. посіб. / М. М. Щербатюк, В. О. Бриков, Г. Г. Мартин; НАН України, Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного. — Київ: Талком, 2015. — 61 с.
6. Плескач Л. Я. Забруднення водойм дендропарку "Олександрія" та його вплив на стан рослинності / Л. Я. Плескач // Інтродукція рослин. — 2004. — № 2. — С. 80—87.
7. Радзимовський Д. О. Замітка про фітопланктон декоративних ставків дендропарку «Олександрія» / Радзимовський Д. О. // Праці Ін-ту гідробіології АН УРСР. — 1962, № 38. — С. 111—114.
8. Ролл Я. В. Фитопланктон реки Рось и оценка ее санитарного состояния / Ролл Я. В. // Наук. зап. Киев. ун-ту 1950. — Т. 9, Вып. 7. — С. 97—112.
9. Заметка о новых и редких формах рода Scenedesmus Meyen / Свиренко Д. О. // Русский архив протистологии. — 1924, Т. III. — С. 175—178.
10. Топачевський О. В. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae) / О. В. Топачевський, О. П. Оксіюк. — К.: Вид-во АН УРСР, 1960. — 412 с.
11. Хільчевський В. К. Гідроекологічний стан басейну річки Рось : монографія / [В. К. Хільчевський, С. М. Курило, С. С. Дубняк та ін.]. — К.: Ніка-Центр, 2009. — 115 с.
12. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verlag, 2006. — 713 p.
13. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & E. Nevo — Ruggell: Gantner Verlag, 2009. — 413 p.
14. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 3. Chlorophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verlag, 2011. — 513 p.
15. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 4 4: Charophyta. (Tsarenko, P.M., Wasser, S.P. & Nevo, E. Eds). — Ruggell: Koeltz Scientific Books. 703 p.

16. Komárek J. Phenotype diversity of the heterocytous cyanoprokaryotic genus *Anabaenopsis*. — Czech Phycology 2005, 5: 1—35.
17. Starmach K. Metody badania planktonu / K. Starmach. — Warszawa, 1955. — 135 p.

В. Ю. Березовская

Институт ботаники имени М. Г. Холодного НАНУ

ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ВОДОРΟΣЛЕЙ ВОДОЕМОВ
ДЕНДРОПАРКА «АЛЕКСАНДРИЯ»

Изучен видовой состав фитопланктона водорослей, который представлен 164 видами (171 вн. такс.) с 9 отделов, 15 классов, 33 порядков, 55 семейств и 93 родов. Наибольшим разнообразием водорослей представлены отделы *Chlorophyta* – 60 видов (67 вн. такс.) или 39, 18 % , *Bacillariophyta* – 47 (48 вн. такс.) или 28,07 %. Весомую долю в формировании видового разнообразия также составляют *Euglenophyta* (19) – 11,11 % и *Цианопрокариота* (17) – 9,94 %, что может свидетельствовать о повышенном уровне трофности водоемов. Также, проведен анализ систематической структуры водорослей, определены доминирующие комплексы та ведущие роды. Установлено розпределение видового богатства водорослей в различных водоемах та частота встречаемости в рыбо-хозяйственных прудах, балочных прудах, та русла речки Рось. Выявлено 5 редких видов для флоры Украины (*Acutodesmus javanensis* (Chodat) P. Tsarenko, *Acutodesmus regularis* (Svirenko) P. Tsarenko, *Scenedesmus bacillaris* Gutw., *Centrtractus africanus* F.E.Fritsch et M.F.Rich, *Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle), а также новый вид для флоры Украины – *Anabaenopsis circularis* (G.S.West) Wołosz. et V.V. Mill. В статье используются оригинальные иллюстрации автора и SEM фотографии.

Ключевые слова: водоросли, дендропарк «Александрия», рыбо-хозяйственные пруды, балочные пруды, речка Рось

V. Yu. Berezovska

M. G. Kholodny Institute of Botany NASU, Ukraine

PECULIARITIES OF THE SPECIES COMPOSITION OF RESERVOIRS
ARBORETUM "ALEXANDRIA"

Arboretum "Alexandria" is located in Kyiv region, on the territory of the second floodplain terraces of the Ross river and encompasses an area of 405.8 hectares. The phytoplankton species composition of the reservoirs Arboretum "Alexandria" was investigated. 164 species (171 infraspecific taxa) were revealed, which belonging to 9 divisions, 15 classes, 33 orders, 55 families and 93 genera. The largest diversity of algae are presented by the following divisions: *Chlorophyta* - 60 species (67 infr. taxa) or 39 % and 18 *Bacillariophyta* - 47 (48 infr. taxa), or 28.07 %. A significant proportion of species diversity in shaping as *Euglenophyta* (19) -11.11 % and *Цианопрокариота* (17) -9.94 %, which may indicate the increased level of reservoir's trophicity. The analysis of the systematic structure was defined as well as algae dominant complexes and leading genera in reservoirs was studied. The distribution of the species diversity of algae and their frequency of occurrence in fish farms ponds, girders ponds and plyos of the Ross river were established. 5 rare algae species for Ukrainian flora were discovered: (*Acutodesmus javanensis* (Chodat) P. Tsarenko, *Acutodesmus regularis* (Svirenko) P. Tsarenko, *Scenedesmus bacillaris* Gutw., *Centrtractus africanus* F.E.Fritsch et M.F.Rich, *Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle), and registered. The species, which is new for Ukraine is *Anabaenopsis circularis* (G.S.West) Wołosz. et V.V. Mill. In the article author used original illustrations and SEM photographs.

Key words: algae, arboretum "Alexandria", fish farms ponds, girders ponds, Ross river

Рекомендує до друку

Надійшла 12.12.2016

М. М. Барна

УДК: 581.1

Д. В. ГАНАБА

Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, Хмельницький, 29016

ТАКСОНОМІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ВУЛИЧНОЇ ДЕНДРОФЛОРИ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

У статті проаналізовано таксономічне різноманіття вуличної дендрофлори міста Хмельницького. Визначено, що вулична дендрофлора представлена 36 видами, 20 родами та 13 родинами. Найповніше у вуличних насадженнях представлені клен гостролистий, ясен звичайний, тополя пірамідальна, береза повисла тощо. Із хвойних рослин найбільш поширеними є туя західна. Характерним недоліком озеленення вулиць Хмельницького є незначний асортимент вуличних деревних рослин та безсистемність у їх видовому доборі, відсутність науково обґрунтованого підходу у її вирішенні проблем видового різноманіття. На частині вулиць спостерігається одно видова посадка деревних насаджень. Дендрофлора міста Хмельницького представлена як аборигенними, так і інтродукованими видами, які пройшли акліматизацію й повноцінно представлені як вуличні насадження. Аналіз впливу абіотичних факторів на розвиток рослин засвідчив, що більшість вуличних насаджень є витривалими до нестачі світла, невибагливими до мінерального живлення ґрунту та нестачі вологи. Більшість видів вуличних рослин є посухо- та морозостійкими. З метою покращення фіто санітарного стану вуличних насаджень міста рекомендовано урізноманітнити видовий склад рослин, що пройшли багаторічні випробування та акліматизацію, а також замінити окремі рослини, які втратили своє функціональне та декоративне значення.

Ключові слова: таксономічний аналіз, видове різноманіття, деревні рослини, вулична дендрофлора, місто

Постановка проблеми. Озеленення є важливою проблемою сучасного містобудування. Її актуальність та значимість зумовлена необхідністю збереження оптимального життєвого середовища в умовах інтенсивного розвитку інфраструктури міста й потребою використання зелених насаджень як важливого композиційного елемента у плануванні, забудові та благоустрої населеного пункту. Важливою передумовою успішного вирішення комплексу проблем, пов'язаних із формуванням міського ландшафту є знання таксономічного складу зелених насаджень та екологічних, біологічних умов зростання рослин в урбанізованому середовищі [2, 3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Загалом вулична дендрофлора міста Хмельницького є мало вивченою. Робіт присвячених комплексному аналізу видового складу й фіто санітарного стану вуличних насаджень даного населеного пункту практично немає. Лише окремі наукові розвідки Т. Виговської, М. Перевозника, С. Шевченка присвячені розгляду проблем фітосанітарного стану зелених насаджень міста й визначенню можливостей збереження насаджень у даному населеному пункті. Оцінка екологічної ситуації урбанізованої території міста Хмельницького за комплексними показниками висвітлена у дослідженнях О. Ковтун, Л. Трояна, О. Тульської.

Слід зазначити, що теоретичними й методологічними орієнтирами у вирішенні окресленої проблеми можуть слугувати роботи М. Голубця, А. Жирнова, М. Кохно та інших. Біорізноманіття деревних рослин в умовах мегаполісів та шляхи його оптимізації представлені у наукових розвідках Н. Ковальчук, О. Лаптева, Ф. Левона, С. Мальцевої, О. Піхало, Т. Червенка. Аналіз чинників, що спричиняють негативний вплив на зелені насадження урбанізованих територій, висвітлено у дослідженнях В. Бессонової, Я. Геника, П. Гнатів, В. Кучерявого, М. Курницької та інших.

Мета та завдання. Метою статті є аналіз таксономічного складу вуличної дендрофлори міста Хмельницького.

Окреслена мета реалізується через розв'язання низки завдань: проведення аналізу видового складу вуличних деревних насаджень обласного центру; визначення асортименту зелених насаджень; класифікація деревних видів за життєвими формами; добирання асортименту дерев з урахуванням екологічних навантажень; визначення таксономічного різноманіття вуличної дендрофлори міста, її біоморфологічної та екологічної специфіки; проведення географічного аналізу й виявлення рідкісних видів рослин.

Матеріал і методи досліджень

Таксономічний аналіз деревних рослин здійснювався на основі загальноприйнятих методик, зокрема згідно визначника вищих рослин України [5]. Назви видів рослину роботі уточнені за класифікацією С. Черепанова. Біоморфологічний аналіз вуличної дендрофлори міста проводився згідно класифікації О. Зозуліна та за системою життєвих форм І. Серебрякова. Згідно класифікації О. Зозуліна життєві форми складаються з сукупності рослинних організмів, які мають якісно подібне пристосування для утримання ними площі насаджень і розростання на цій території. Екологічна характеристика наведена за результатами власних спостережень та даними літератури.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження проводилися упродовж 2014-2016 років. Об'єктом дослідження обрано вуличну дендрофлору міста Хмельницького. Під час маршрутних обстежень проводилася інвентаризація деревних насаджень на вулицях міста, загальна протяжність яких становить близько 105 км. У ході дослідження визначались вид та форма деревної породи, її вік, діаметр стовбура та висота, кількість екземплярів, особливості росту й розвитку рослин у певних екологічних умовах. Проведена інвентаризація загалом відображає особливості таксономічного складу дендрофлори вуличних насаджень міста Хмельницького.

Таблиця 1

Таксономічна структура дендрофлори міста Хмельницького

Відділ	К-сть родів	% від загальної кількості	К-сть родин	% від загальної кількості	К-сть видів	% від загальної кількості
Покритонасінні (<i>Magnoliophyta</i>)	17	85	10	77	30	83
Голонасінні (<i>Gymnospermae</i>)	3	15	3	23	6	17
Разом	20	100	13	100	36	100

Дані табл. 1 засвідчили, що у результаті обстеження вуличних зелених насаджень обласного центру зафіксовано більш як 36 видів рослин, що належать до 20 родів та 13 родин (з них до відділу покритонасінних (*Magnoliophyta*) - 28 видів і до відділу голонасінних (*Pinophyta* або *Gymnospermae*) - 8 видів). Представники відділу покритонасінних (*Magnoliophyta*) широко представлені рослинами родини Розових (*Rosaceae* Juss.), Липових (*Tilia* Lindl.), Кленових (*Acer* Lindl.), Бобових (*Fabaceae* Lindl.) тощо. Відділ голонасінних представлений родинami Кипарисових (*Cupressaceae* Neger.), Соснових (*Pinaceae* Link.) й родами Сосна (*Pinus* L.), Туя (*Thuja* L.), Ялина (*Picea* A. Dietr.), Ялиця (*Abies* Mill.) тощо.

Узагальнені у табл. 2 дані інвентаризації засвідчили незначний видовий асортимент вуличних деревних рослин населеного пункту. Досить низькою є частка хвойних насаджень. Водночас, розширення їх асортименту й збільшення кількості екземплярів забезпечило б високу декоративність, а також насиченість повітря фітонцидами [9].

Найчастіше на вулицях міста зустрічаються насадження клена гостролистого (*Acer platanoides*) – 1038 екземплярів, ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) – 880 екземплярів, тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Roz.) – 585 екземплярів; гірकोкаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*) – 564 екземпляри; берези повислої (*Betula pendula* Roth.) – 443 екземпляри; липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) – 306 екземплярів; липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) - 229 екземпляри.

Спектр родин вуличної дендрофлори міста Хмельницького

№ за / п.	Родина	Кількість видів	%	Кількість родів	%
1.	Розові <i>Rosaceae</i>	6	16,6	4	20
2.	Березові <i>Betulaceae</i>	3	8,3	3	15
3.	Кипарисові <i>Cupressaceae</i>	3	8,3	1	5
4.	Соснові <i>Pinaceae</i>	5	13,6	2	10
5.	Букові <i>Fagaceae</i>	4	11	2	10
6.	Горіхові <i>Juglandaceae</i>	2	5,5	1	5
7.	Бобові <i>Fabaceae</i>	1	2,7	1	5
8.	Липові <i>Tiliaceae</i>	3	8,3	1	5
9.	Кленові <i>Aceraceae</i>	4	11	1	5
10.	Маслинові <i>Oleaceae</i>	1	2,7	1	5
11.	Шовковицеві <i>Moraceae</i>	1	2,7	1	5
12.	Вербові <i>Salicaceae</i>	2	5,5	1	5
13.	Гіркокаштанові <i>Hippocastanaceae</i>	1	2,7	1	5
	Всього	36	100	20	100

Характерним недоліком озеленення вулиць Хмельницького є також безсистемність у доборі асортименту рослин, відсутність науково обґрунтованого підходу у її вирішенні. До прикладу серед 294 деревних насаджень Староконстянтинівського шосе - 220 екземплярів становить тополя пірамідальна (*Populus pyramidalis* Roz.). На Львівському шосе із 475 деревних насаджень – 445 екземпляри належать клену гостролистого (*Acer platanoides*). По вулиці Володимирській росте 123 екземпляри гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum*), що становить близько 50% усіх насаджень на даній вулиці.

Радше як виключення трапляються серед вуличних насаджень деревні рослини, які мають наукову й природоохоронну цінність. Так, на вулиці Пилипчука, 5 росте горіх чорний (*Juglans nigra* L), якому понад 120 років. По вулиці Героїв Майдану (неподалік від обласної наукової бібліотеки імені М. Островського) ростуть дві особини бука європейського форми пурпурнолистої (*Fagus sylvatica* L), яким понад 100 років. Ще чотири рослини цього виду, які досягли столітнього віку, ростуть по вулиці Гагаріна (біля будівлі міської ради). Найстаршою за віком серед вуличних насаджень міста є липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop). Їй понад 200 років. Вона росте по вулиці Грушевського (поблизу скверу імені Т. Шевченка) [6, 8].

Серед рідкісних рослин, що трапляються на вулицях міста, є насадження ялини блакитної (*Picea pūngens*). Росте цей вид вздовж тротуару біля будинку обласного телебачення «Поділля». На вулиці Соборній поряд із прийнятною міського голови ростуть кущі форзії (*Forsythia*). Обабіч входу до міськвиконкому ростуть дві сосни чорні (*Pinus nigra*). Серед інших зелених насаджень тут росте й сосна Веймутова (*Pinus strobus* L) [7].

Віковий спектр насаджень засвідчує, що посадки дерев на вулицях періодично оновлюються. Найстарші дерева – віком понад 50 років, зустрічаються поодинокими екземплярами. Рослини віком 20-30 років складають більше половини усіх насаджень. Посадки

до 10 років складають близько 15%. Слід зазначити, що молоді дерева, які насаджують, досить часто не приживаються, оскільки за ними практично ніхто не доглядає, як результат – вони всихають й гинуть, чимало молодих насаджень є зламаними.

За сезонністю вегетації серед вуличних насаджень переважають листопадні види. Найбільш широко вони представлені рослинами родини Розових (*Rosaceae*); Липових (*Tiliaceae*); Букових (*Fagaceae*); Бобових (*Fabaceae*); Вербових (*Salicaceae*) тощо. Листопадкові види складають 83% від усіх видів вуличної дендрофлори міста Хмельницького. Кількість вічнозелених видів незначна, вона складає близько – 17% видів.

За класифікацією життєвих форм О. Зозуліна переважна кількість вуличної дендрофлори міста представлена реліктовими рослинами і лише 14 % видів відноситься до редитивних рослин. Вони представлені родинами Кипарисових (*Cupressaceae*), Соснових (*Pinaceae*) й родами Сосна (*Pinus L.*), Туя (*Thuja L.*), Ялина (*Picea A. Dietr.*), Ялиця (*Abies Mill.*) тощо.

Таблиця 3

Біоморфологічна структура вуличної дендрофлори міста Хмельницького за класифікацією І. Серебрякова.

№	Життєві форми	Кількість видів
1	Дерева	30
2	Чагарники	4
3	Напівчагарники	2

Згідно класифікації І. Серебрякова вулична дендрофлора міста представлена наступними життєвими формами: дерева – 30 видів; чагарники - 4 види; напівчагарники - 2 види.

Географічна структура вуличної дендрофлори представлена автохтонною та алохтонною фракціями. До рослин, які мають місцеве походження віднесено лише ті види, які є властиві природним фітоценозам Північноподільського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук та лучних степів, Української лісостепової підпровінції, Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, Євразійської степової області за геоботанічним районуванням, згідно геоботанічного районування запропонованого Я. П. Дідухом та Ю. Р. Шелянгом-Сосонком [1].

Автохтонна фракція вуличної дендрофлори представлена рослинами родини Липових (*Tiliaceae*); Букових (*Fagaceae*); Кленові (*Aceraceae*) тощо. Більша частина деревних насаджень віднесена до алохтонної фракції. Серед інтродуктивних рослин алохтонної фракції переважають види північноамериканського походження 55 %, значна кількість є інтродуцентами європейських та азійських видів, відповідно 30 % й 15%.

Результати екологічного аналізу дендрофлори засвідчили, що за відношенням рослин до родючості ґрунту майже половина видового складу вуличної дендрофлори міста є оліготрофами, тобто невибагливими до мінерального живлення ґрунту. Вони складають 16 видів, 45% від загальної кількості. Значно поширені на вулицях міста й мезотрофи, вони представлені 11 видами, 31% від загальної кількості. Незначна частка зелених насаджень – мегатрофи, тобто таких, що потребують родючих ґрунтів, багатих на мінеральне живлення. Вони представлені – 7 видами, 14% відповідно.

За відношенням до вологості більшість вуличних рослин – мезофіти, тобто добре розвиваються в умовах середньої зволоженості ґрунту й за оптимальних умов зволоження за рахунок штучного зволоження – 19 видів - 54, 5% від загальної кількості. Поширені на вулицях населеного пункту – ксерофіти (рослини - невибагливі до поливу), вони представлені 12 видами – 31 % відповідно. Невеликою групою представлені сукуленти – рослини, що відзначаються посухостійкістю, а саме: 4 видами, 13% від загальної кількості.

Аналіз абіотичного фактору розвитку рослин, а саме відношення рослин до світла засвідчив, що значна кількість представників вуличної дендрофлори є напівтіньовитривалими видами (сціофіти) – 20 видів (48%). Світлолюбні рослини (геоліфіти) представлені 8 видами (26%), група тіньовитривалих насаджень складає – 8 видів (26%).

Висновки

Проведений аналіз видового складу вуличних насаджень міста Хмельницького засвідчив незначний асортимент деревних рослин. Вулична дендрофлора міста налічує 36 видів, 20 родів та 13 родин. 30 таксонів припадає на дерева, 4 – кущі, 2 – напівчагарники. Найповніше у вуличних насадженнях представлені клен гостролистий, ясен звичайний, тополя пірамідальна, береза повисла тощо. Із хвойних рослин найбільш поширеними є туя західна. Характерним недоліком озеленення вулиць Хмельницького є безсистемність у доборі асортименту рослин, відсутність науково обґрунтованого підходу у її вирішенні. На частині вулиць спостерігається одно видова посадка деревних насаджень.

Дендрофлора міста Хмельницького представлена як аборигенними, так і інтродукованими видами, які пройшли акліматизацію й повноцінно увійшли у насадження вулиць. Аналіз впливу абіотичних факторів на розвиток рослин засвідчив, що більшість вуличних насаджень є витривалими до нестачі світла, невибагливими до мінерального живлення ґрунту та нестачі вологи. Більшість видів вуличних рослин є посухо- та морозостійкими.

З метою покращення фітосанітарного стану вуличних насаджень міста рекомендуємо урізноманітнення видового складу рослин, що пройшли багаторічні випробування та акліматизацію та заміна окремих рослин, які втратили своє функціональне та декоративне значення.

1. Дідух Я. П. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко. // Український ботанічний журнал. — 2003. — Т. 60. — С. 6—18.
2. Кучерявий В. П. Загальна екологія: підруч. для студ. вищих навч. закладів / В. П. Кучерявий. — Львів: Світ, 2010. — 520 с.
3. Левон Ф. М. Зелені насадження в антропогенному трансформованому середовищі: монографія / Ф. М. Левон. — К.: Вид-во ННЦ ІАЕ, 2008. — 364 с.
4. Мальцева С. Ю. Дендрофлора міста Генічеськ (Херсонська область, Україна) / С. Ю. Мальцева // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія. Біологія. — 2016. — Вип. 2 (38). — С. 106—114.
5. *Определитель* высших растений Украины. — К.: Наукова думка, 1987. — 548 с.
6. *Перевозник М. П.* Вікові дерева в урбоекосистемі Хмельницька – пошук, сучасний життєвий стан та потреба збереження / М. П. Перевозник, С. М. Шевченка // Науковий вісник НЛТУ України. — 2013. — Вип. 239. — С.261—264.
7. *Стахальська Ю.* Хмельницькі «зелені друзі» / Юлія Стахальська. — [Електронний ресурс]. - Спосіб доступу: ue.ua/new/news_4743.html
8. *Столітні буки з Проскурова: де ростуть дерева-довгожителі.* — [Електронний ресурс]. - Спосіб доступу: [// vsim.ua / Podil/de-rostut-devera-hmelnitskogo-10495728](http://vsim.ua/Podil/de-rostut-devera-hmelnitskogo-10495728).
9. *Тарабрин В. П.* Фитотоксичность органических и неорганических загрязнений: монография / [В. П. Тарабрин, Е. Н. Кондратюк, В. Г. Башкатов и др.] — К.: Вид-во «Наукова думка», 1986. — 216 с.

Д. В. Ганаба

Хмельницький національний університет

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ УЛИЧНОЙ ДЕНДРОФЛОРЫ ГОРОДА ХМЕЛЬНИЦКОГО

В статье проанализировано таксономическое разнообразие уличной дендрофлоры города Хмельницкого. Определено, что уличная дендрофлора представлена 36 видами, 20 родами и 13 семьями. Наиболее распространенными среди уличных растений являются клен остролистый, ясен обыкновенный, тополя пирамидальная, береза повислая и т.д. Среди хвойных растений распространенным является вид туи западной. Характерным недостатком озеленения улиц Хмельницкого является незначительный ассортимент уличных деревьев и отсутствие системы подбора их ассортимента, отсутствие научно обоснованного подхода в решении данных проблем. На определенных улицах города наблюдается одновидовая посадка деревьев. Дендрофлора Хмельницкого представлена как аборигенными, так интродуцированными видами, которые прошли акклиматизацию и полноценно используются в уличных насаждениях. Анализ влияния абіотических факторов на развитие растений свидетельствует, что большинство уличных насаждений являются выносливыми к нехватке света, неприхотливыми к минеральному питанию почвы и недостатку влаги.

Большинство видов уличных растений является засухо и морозостойкими. С целью улучшения фитосанитарного состояния уличных насаждений города рекомендовано разнообразить видовой состав растений, прошедших многолетние испытания и акклиматизацию, а также замена отдельных растений, которые потеряли свое функциональное и декоративное значение.

Ключевые слова: таксономический анализ, видовое разнообразие, древесные растения, уличная дендрофлора, город

D. V. Hanaba

Khmelnytsky National University, Ukraine

TAXONOMIC DIVERSITY OF DENDROFLORA OF KHMELNYTSKYI CITY STREETS

The article analyses the taxonomic diversity of the dendroflora of Khmelnytskyi city streets. We have determined that street dendroflora is represented by 36 species, 20 genera and 13 families. The most numerous are the plantings of Norway maple, ash, Lombardy poplar, silver birch and the like. Of conifers, the most common is thuja occidentalis. In general, the number of conifers is insignificant. At the same time expanding their range types and increasing the number of samples would provide a high decorative effect, and saturation of the air with phytoncides. As for vegetation, the street plantings are dominated by deciduous species. November types make up 83% of all types of street dendroflora of the city of Khmelnytskyi. The age range of plantations show that plants aged 20-30 account for over half of all plantings. Trees aged 50 or more, are not numerous. Plantings aged below 10 account for about 15%. It should be noted that young trees which plant often do not survive, since they are neglected, as a result, they dry out and die, moreover, a lot of young plantings are broken.

Poor street landscaping of Khmelnytsky stems from a narrow range of street tree species and a non-systemic approach in addressing issues of biodiversity. As a result, tree species lack diversity. Concerning the rare plants, the plantings of blue spruce, black pine, Weymouth pine may occasionally be found in city streets. Among the species of high conservation value the following are to be mentioned: the European beech, black walnut, broad leaved Linden, which are more than 100 years old.

Dendroflora of Khmelnytskyi city encompasses indigenous, and introduced species, which have acclimated and now serve as street plantings. The plants of local origin, which included only those species that are characteristic of natural protensum PUNCHNEEDLE district of hornbeam-oak, oak forests, steppe meadows and meadow steppes, forest-steppe of the Ukrainian steppe underprovince, East European forest-steppe province oak forest, Eurasian steppe geobotanical zoning, according to geobotanical zoning by Y. P. Didukh and Y.G. Selangor-Somoncom. The autochthonous fraction of street dendroflora is represented by the plants of the Linden family (Tiliaceae); the Beech (Fagaceae); Maple (Aceraceae), and the like.

The study reveals a large part of tree plantings related to allochthone fraction dominated by species of North American origin (55 %), and a significant number of the European and Asian species, 30 % and 15% respectively. The results of the ecological analysis of the dendroflora point to the relation of plants to soil fertility. Nearly half of the species of dendroflora is constituted by agrophytes taxing on the mineral nutrition of the soil. In relation to moisture most outdoor plants are mezofists. Analysis of the influence of abiotic factors on plant development showed that the majority of street plantings are able to withstand the lack of light and moisture, and are unpretentious to mineral nutrition of the soil. Most species of outdoor plants are drought and frost tolerant.

To improve phytosanitary conditions of city street areas we recommend to diversify the plants with the species gone through years of testing and acclimatization, and also to replace individual plants that have lost their functional and decorative value.

Key words: taxonomic analysis, species diversity, woody plants, street dendroflora, city

Рекомендує до друку

М. М. Барна

Надійшла 29.11.2016

УДК 582.693

¹О. И. СКАКАЛЬСКАЯ, ²В. Н. БАТОЧЕНКО¹Кременецкий ботанический сад

ул. Ботаническая, 5, Кременец, Тернопольская область, 47003

²НПП «Пивничне Подилля»,

ул. Гагарина, 2-б, п. Подгорцы, Бродовский район, Львовская область, 80660

ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *DROSERA ROTUNDIFOLIA* L. НА ТЕРРИТОРИИ УРОЧИЩА «КЕМПА» (ЛЬВОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ключевые слова: фитоценоз, ассоциации, численность, *D. rotundifolia*; структура

В последние десятилетия все большее понимание приобретает тот факт, что биологическое разнообразие является основой для поддержания экологических условий существования и экономического развития человеческого общества. Сохранение растений и их рациональное использование на сегодня остается актуальной проблемой охраны биоразнообразия [5]. Интенсивный рост антропогенного воздействия на фитобиоту водно-болотных угодий вызывает необходимость детального изучения особенностей состояния растительности. С каждым днем списки исчезающих видов пополняются, что говорит о обеднении общего генофонда фитобиоты и значительное разрушение целостности и стабильного развития сбалансированных биоценозов.

Целью наших исследований были мониторинг и изучение растительных сообществ с участием насекомоядного, гелофитного вида - *Drosera rotundifolia* L. на заболоченных участках урочища «Кемпа», Бродовского района Львовской области. Значительное количество локалитетов этого вида трансформировано в результате широкомасштабных осушительных работ, и в настоящее время *D. rotundifolia* следует рассматривать как быстро исчезающий вид. Хотя *D. rotundifolia* еще не включена в Красную книгу Украины, однако обеспечена охраной во многих заказниках государственного значения, природных парках. Включена в списки регионально редких видов почти во всех областях: Винницкая, Волынская, Днепроовская, Закарпатская, Киевская, Луганская, Львовская, Ровенская, Сумская, Тернопольская, Харьковская, Хмельницкая, Черновицкая. Также южным местонахождением вида является Нижнеднепровские пески в Херсонской области. В статье приведены результаты геоботанических, фитоценологических исследований, экологии местопроизрастания популяции *D. rotundifolia* в урочище. Освещены данные о численности ценопопуляций, проведен анализ фитоценозов в которых они произрастают.

Материал и методы исследований

В основу работы положены материалы полевых исследований 2013 года, проведенных маршрутно - поисковым методом с фотографированием и составлением геоботанических описаний по И. М. Григора, Б. Е. Якубенко [4], и общепринятым методикам Т. А. Работнова [7], В. Н. Голубева [3]. Полученные результаты обрабатывались статистически на ПК с использованием программ Microsoft Office Word и Microsoft Office Excel, 2003, 2007, номенклатура видов согласно Vascular plants of Ukraine [12]. Кроме оригинальных исследований, для хронологического анализа насекомоядных растений, критически обработаны литературные данные и материалы из фондов гербариев Института ботаники им. М. Г. Холодного НАН Украины (KW), Ровенского областного краеведческого музея (ROKM), Национального ботанического сада им. Н. Н. Гришко (KWHN).

Результаты исследований и их обсуждение

Ареал *Drosera rotundifolia* бореальный циркумполярный вид [6] охватывает Европу, северную часть Азии, Сибирь, арктическую и умеренную часть Северной Америки. В Украине растет на Полесье, северной части лесостепи, Карпатах. Хотя *D. rotundifolia* еще не включена в Красную книгу Украины, однако обеспечена охраной во многих заказниках государственного значения, природных парках. По результатам популяционных исследований выявлено, что на сегодня

неоспоримым является факт проблемности сохранения тех видов, которые приурочены к заболоченным территориям. Процесс элиминации отдельных видов из растительных группировок продолжается и сейчас. Уменьшение их численности носит не трансформационный, а эколого-фитоценотический характер. Среди растений природной флоры одним из наиболее чувствительных дл изменений экологических условий является болотные виды из семейства Droseraceae. Исходя из литературных источников и собственных исследований - значительное количество локалитетов этого вида уже в корне трансформировано в результате широкомасштабных осушительных работ, и в настоящее время *D. rotundifolia* следует рассматривать как быстро исчезающий вид. По литературным и гербарными данным вид приводится для:

Львовская область – Бродовский район – окраина Бродов на карбонатном болоте в урочище Кемпа (И.И. Матлай [6]; Багацкая Т.С., 2007, КВНА, В.Н. Баточенко, О.И. Скакальская, 2013 – гербарий института агроэкологии и природопользования г. Киев), Буский район – с. Поповичи, кв. 36 Радеховского л-ва (А.В. Шумилова, 1986, KW), Радеховский район – окрестности Лопатина (Ernest Klöber [11]), Самборский район – окрестности с. Б. Белянка (Ю.Г. Шелег-Сосонко, 1960, KW), Турковский район – долина р. Гуснивка, ур. Радина (А. Крисьта, И. Вайнагий, 1986, KW);

Ровенская область – Владимирецкий район – с. Озерце, д. Коза (Г. Антонова, 1975, РОКМ), с. Бельская Воля, болото на берегу оз. Белое (Г. Антонова, 1975, РОКМ), Дубровицкий район - заказник Почаевский (Т.Л. Андриенко, В. Варченко, В.М. Прядко, 1980, KW), Полесский заповедник, д. Мороша (А. Балашев, 1972, KW), Клесовский район – с. Ломек (Е.М. Брадис, 1950, KW), с. Ельня, д. Погоня (Е. М. Брадис, 1950, KW); Острожский район – с. Буща (И. Ольшанский, 2009, KW), Радивилковский район – с. Сестрятин (В. Н. Баточенко, 1999 г.), Рокитновский район – с. Бельск, по стенкам канавы от старого пути в лесу (Н.М. Шиян, А.А. Орлов, И.А. Беднарська, 2004 г., KW), с. Хмель, оз. Белое (Н.М. Шиян, А.А. Орлов, И.А. Беднарська, 2004, KW), (Л.Л. Онук, О.И. Скакальская, 2013 – Гербарий института агроэкологии и природопользования г. Киев), в пределах заболоченных берегов оз. Черное (Л.Л. Онук, О.И. Скакальская [8], 2013 – Гербарий института агроэкологии и природопользования г. Киев), 34 кв. Бельского л-ва, 200-300 м до окончания территории заповедника (О.И. Скакальская, 2014 – Гербарий института агроэкологии и природопользования г. Киев), с. Березовый (Л. Слипайлова, 1958, KW), Сарненский район – б. Кременное (А. Галкина, 1976, РОКМ);

Сумская область – Середина-Будский район – с. Сорокин (Т. Базан, С. Панченко, 2008, KW); Ямпольский район - с. Олин (Т.Л. Андриенко, А.П. Черноус, 2003, KW);

Харьковская область – Клюквенське болото (Шмиряев, 1907, KW), Изюмский район – г. Змиевской, с. Лиман (Е.В. Лавренко, 1920, 1923, KW), Купянский район – г. Купянск (М. Клоков, С. Пискунов, 1910, KW);

Черкасская область – г. Смела (Д. Зеров, Ю. Клеона, 1923, KW);

Донецкая область – Краснолиманский район – с. Яровая (В.М. Остапко, В.В. Кучеревский, 1979, KW);

Хмельницкая область – Изяславский район – Михельське л-во, берег оз. Святое (А. Барбарич, 1952, KW), (О.И. Скакальская, 2014 – Гербарий института агроэкологии и природопользования г. Киев), ландшафтный парк «Малеванка», (Л.С. Югличек, 2010) [10], Нетешинский район – г. Нетешин, на песке у водохранилища Хайес (Г.А. Черный, М.М. Губарь, 2004, KW);

Киевская область – Барышевский район (Переяславский уезд) – окрестности с. Коржи (Д. Зеров, 1922, И. Ольшанский, 2008, KW), Киево-Святошинский район – хутор Толопунь (А. Запятава, 1968, KW), окраина г. Киев на болоте у оз. Рыбное (Д. Зеров, 1925, В.И. Липский, 1924, М. Котов, 1946, Ю.Н. Семенович, 1913, KW), Обуховский район – с. Подгорцы (Т. Помагайбо, 1934, KW), Святошинский район – (Васильев - Яковлев, 1905, KW), Киево-Межигорская государственная дача на территории г. Щербинець (Ю.Н. Семенович, 1914, KW);

Житомирская область – Волинский район – заказник Городница (Т.Л. Андриенко, 1978, KW), Коростышевский район – с. Осиновые (Д.М. Якушенко, 2008, KW), окраина г. Житомир

(Д. Зеров, П. Оксик, 1925, KW), Полесский заповедник, д. Мирош (Л. Балашев, 1972, KW), Новоград-Овручский район –с. Городец (Д.М. Якушенко, А.А. Орлов, 2006, KW), с. Селезовка, Полесский природный заповедник, на верховом болоте (С.Я. Диденко, А.А. Игнатюк, 2007, KWHA), с. Червонка, заболоченные берега по реке Червонка, урочище Робеч и торфяные болота, (Смык, 1963, KWHA);

Волынская область –Головнянский (Любомльский) район –с. Опалин (А.И. Барбарич, 1949, KW), Заболотновских район –г. Заболотье, берег оз. Тур (А.И. Барбарич, 1949, KW), Камень-Каширский район –с. Новые Червища (В.Л. Шевчик, Д.М. Якушенко, Е.А. Воробьев, 1998, KW), с. Рудка-Червинская (Т.Л. Андриенко, 2007, KW), Ковельский район –с. Шкробы, болото у оз. Сыну (Н.И. Батова, 1998, KW), Старовыжевский район –с. Залиман, д. Бобоцке (Е.М. Брадис, Радзиевський, 1949, KW), г. Семеновка (А.И. Барбарич, 1949, KW), Шацкий район –с. Свитязь (А.И. Барбарич, 1949, KW), пгт. Шацк, оз. Красинець (В.И. Гончаренко, 2005, KW), Национальный природный парк «Шацкий», Пульмивський ров, (Д.М. Якушенко, 2005, KW);

Винницкая область –Калиновский район –на окраине. Калиновка, Медвидська лесная дача (В.М. Вирченко, 2003, KW), с. Горки, болото по реке Згар (Д. Зеров, 1927, KW);

Закарпатская область – Иршавский район –сфагновое болото под г. Бумсора, (В.И. Чопик, 1968, KW), Национальный природный парк «Зачарованный край», с. Ильница (В.В. Лутак, 2012), Хребет Свидовец, горная Крачунеска, (Л.Н. Борсукевич, 2007, KW), Перечинский район (округ) –долина Лумимур (Е.М. Брадис, 1948, KW); Раховский район –болото Черное грязь (Е.М. Брадис, 1947, СМ. Мосякин, 1985, О Ловелиус, 1984, В. Комендар, 1953, KW), с. Черная Тиса, сфагновое болото «Черная грязь», (В.И. Чопик, 1961, KWHA), подножия горы Близнецы (Ближниция) в восточной части массива Свидивець (Украинские Карпаты), между реками Черной Тисе и Косовского, сфагновое болото, (Руденко, 1952, KWHA), Тячевский район, окрестности с. Лопухов, урочище Кедрин, на сфагновом верховом болоте, (С. С. Харкевич 1957, KWHA);

Ивано-Франковская область –Рожнятовский район –болото Мелана (В.И. Чопик, В.А. Дубовик, 1967, Д.М. Якушенко, 2008, KW), хребет Черногора, с. Ворохта (В.И. Чопик, В.А. Дубовик, 1967, KW), Яремчанский район –окраина пгт. Ворохта, сосново-еловый лес с сфагнумом, в урочище Малый Багончик, очень часто встречается вблизи лесосклада, (С.С. Харкевич, 1961 KWHA);

Херсонская область – Каховский район – с.- з. часть Казачье-Лагерной арены (О.Ю. Уманець, И.И. Мойсеенко, 2012) [9]. В середине XIX века флору Бродовщины изучал Эрнест Клобер. Его работа «Wykaz roślin z okolicy Brodów», опубликованная в Австро-Венгрии в 1869 году, в Кракове, до последнего времени была практически недоступна. В ней приведены данные о произрастании в окрестностях Бродов многих видов растений [2], в том числе и *Drosera rotundifolia*, и могут быть отнесены и к урочищу Кемпа в предместье города Броды. Сообщение о произрастании здесь *D. rotundifolia* подаёт и И.И. Матлай [6], но фитоценологические исследования особенностей произрастания *Drosera* не проводились.

Приводим эколого-ценологическое изучение ценопопуляций в пределах территории блюдцевидной части урочища «Кемпа», вблизи заказника местного значения «Кемпа» окрестностей села Смольное Бродовского района Львовской области. В середине XIX века флору Бродовщины изучал Эрнест Клобер. Его работа «Wykaz roślin z okolicy Brodów», опубликованная в Австро-Венгрии в 1869 году, в Кракове, до последнего времени была практически недоступна. В ней приведены данные о произрастании в окрестностях Бродов видов растений [2].

Ценопопуляция № 1 (рисунок) локального характера, небольшая по площади (до 200 м²) многочисленная, рослянка растёт группами 30 - 90 особей на 1 м². Вид входит в состав формации *Polytrichumetum commune*, который образует ассоциации *Drosera rotundifolia* + *Polytrichum commune*. Проективное покрытие травяного яруса 40%, моховой составляет - 90%. В состав древостоя входят: *Pinus sylvestris* L. - (5%), *Betula pubescens* Ehrh., *Quercus robur* L., *Frangula alnus* Mill., *Prunus serotina* (Ehrh.) Ag. проективное покрытие которых не превышает

1%. В состав травостоя входят: *Potentilla erecta* (L.) Rausch. (> 1%), *Molinia caerulea* (L.) Moench. (5%).

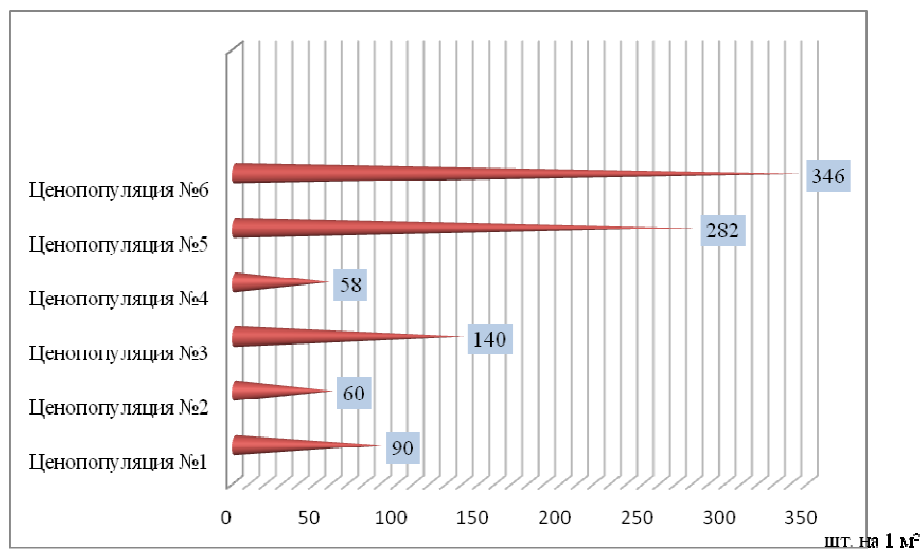


Рисунок 1. –Численность росянки круглолистной на 1 м² –*Drosera rotundifolia* L.

Figure 1. –The number *Drosera rotundifolia* L. of 1 m²

Ценопопуляция № 2 (рисунок) условия произрастания идентичны с № 1, растет мозаично группами до 60 особей на 1 м². Вид входит в состав формации *Polytrichum commune*, который образует ассоциации *Polytrichum commune* + *Drosera rotundifolia*. Проективное покрытие травяного яруса 20%, моховой составляет –80%. В состав древесного входят: *Betula pendula* Roth., *B. pubescens*, *Q. robur.*, *F. alnus*. Проективное покрытие которых не превышает 1%. В травяной покров входят: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. проективное покрытие составляет менее 1%.

Ценопопуляция № 3 (рисунок) многочисленная, локального характера, растения растут группами до 140 особей на 1 м². Вид входит в состав формации *Molinietum caerulea*, которая образует ассоциации *Molinia caerulea* + *Drosera rotundifolia*. Проективное покрытие травяного яруса 100%, моховой покров - отсутствует. В состав древесного входят: *P. sylvestris*, *B. pendula*, *B. pubescens*, *Salix aurita* L., *Q. robur*, *F. alnus*, *Prunus serotina* проективное покрытие которых не превышает 1%. Травостой представлен: *P. australis* (10%), *P. erecta* (10%), *Eupatorium cannabinum* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Lysimachia vulgaris* L., проективное покрытие > 1%.

Ценопопуляция №4 (рисунок), локального характера, растения растут группами до 58 особей на 1 м². Вид входит в состав формации *Polytrichum commune*, который образует ассоциации *Polytrichum commune* + *Drosera rotundifolia*. Проективное покрытие травяного яруса 65%, мохового покрова составляет 10%. В состав древесного ассоциации входят: *P. serotina*, *B. pubescens*, *Sorbus aucuparia* L., *P. sylvestris* составляют 1%. В растительном покрове встречаются следующие виды: *Pyrola rotundifolia* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Scharank et Mart. Проективное покрытие не превышает 1%.

Ценопопуляция № 5 (рисунок) популяция малочисленна, растения растут мозаично до 282-х особей на 1 м². Вид входит в состав формации *Phragmitetum australis*, который образует ассоциации *Phragmites australis* + *Schoenus ferrugineus*. Проективное покрытие растительного покрова 75%, моховой покров отсутствует. В состав травостоя входят также: *M. caerulea* –10%, *Carex flava* L. –5%, *E. cannabinum*, *P. erecta* > 5%.

Ценопопуляция № 6 (рисунок) многочисленная, локального характера, растения растут группами около 346 особей на 1 м². Вид входит в состав формации *Polytrichum commune*, который образует ассоциации *Polytrichum commune* + *Drosera rotundifolia*. Проективное покрытие травяного покрова 65%, моховой составляет 50%. В состав древесного ассоциации входят: *B. pubescens* - 5%, *B. pendula*, *F. alnus* -> 5%, *P. sylvestris*, *Q. robur*, *Salix*

rosmarinifolia L. Проективне покриття не перевищує 1%. В склад травостоя входять: *P. australis*, *P. erecta* > 5%, *E. cannabinum*, *Lycopus europaeus* L., *Epilobium parviflorum* L., *Pyrola rotundifolia* L. 10%, *Huperzia selago*. Проективне покриття не перевищує 1%.

Висновки

Проведені дослідження показали, що територія має наукову, природоохрانیю, естетичну цінність. Висока заболоченість, віддаленість території, низьке плодороддя ґрунтів частково обмежили антропогенне вплив на урочища «Кемпа» також є регулятором водного режиму місцевості, місцем вирощування добре збереженої водно-болотної рослинності та ценопопуляцій *D. rotundifolia*.

Збереження *D. rotundifolia* можливо шляхом постійного екомоніторингу. Здійснення системного моніторингу дозволить встановити адаптивну здатність та ступінь стійкості виду, визначити фактори, які впливають на динаміку чисельності популяцій, з метою їх ефективного збереження. Також дасть можливість визначити життєспроможність популяцій, темпів приросту або коефіцієнтів розмноження та виживання, дозволить покращити умови проживання та відновити ареали рідких видів рослинного світу. В даний час причиною зміни чисельності є антропогенне вплив - висихання болота та наступне заростання самосівом деревних та кущових рослин. Для збереження виду цілеспрямовано відновлення режиму вологості та розширення території сусіднього заказника.

1. Баландин С. А. Рослянка круглолиста / С. А. Баландин, Т. А. Баландина // Біологічна флора Московської області. — М., 1993. Вип. 9., Ч. 2. — С. 31—38.
2. Баточенко В. М. Ерненст Клобер і перелік рослин околиць Бродів / В. М. Баточенко // Матеріали сьомої краєзнавчої конференції присвяченої 70-ій річниці створення української дивізії «Галичина» «Брищина — край на межі Галичини й Волині». — Броди, 2013. — С. 156—171.
3. Голубев В. Н. К методикі еколого-біологічних досліджень рідких та зникаючих рослин в природних умовах / В. Н. Голубев // Бюлетень Никитського бот. саду. — 1982., Вип. 47 — С. 11—16.
4. Григора І. М. Польовий практикум з ботаніки: Навчальний посібник / І. М. Григора, Б. Є. Якубенко. — К.: Артест, 2005. — 255 с.
5. Злобин Ю. А. Принципи та методи вивчення ценоцитичних популяцій рослин / Ю. А. Злобин. — Казань: Изд-во Казанського ун-та, 1989. — 146 с.
6. Матлай І. Й. *Spiranthes amoena* (Vieb.) Spreng. — новий для флори України вид / І. Й. Матлай // Український ботанічний журнал. — 1984. — № 3 (41). — С. 80.
7. Работнов Т. А. Методи вивчення насінного розмноження трав'янистих рослин в сукупності / Т. А. Работнов // Полева геоботаніка. — М.; Л.: Изд-во АН СРСР, 1960. — Т. 2. — С. 20—40.
8. Скакальська О. І. *Drosera rotundifolia* L. — моніторинг стану популяцій в межах заболочених берегів озера Чорне / О. І. Скакальська // Природа Полісся: дослідження та охорона. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю Рівненського природного заповідника та 10-річчю Рамсарського угіддя «Торфово-болотний масив Переброди» (м. Сарни, 3-5 липня 2014 року) / За ред. Журавчака Р. О. — Рівне, ВАТ «Рівненська друкарня», 2014. — С. 384—387.
9. Уманець О. Ю. Найпівденніша знахідка *Drosera rotundifolia* L. в Україні / О. Ю. Уманець, І. І. Мойсієнко // Чорноморський ботанічний журнал. — 2012. — Т. 8, № 3, — С. 342—346.
10. Юглічек Л. С. Комахоїдні рослини регіонального ландшафтного парку «Мальванка» / Л. С. Юглічек // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 20-річчю природного заповідника «Медобори». с.м.т. Гримайлів, 2010. — С. 602—605.
11. Klöber Ernest. Wykaz roślin z okolicy Brodów. // Sprawozdanie komisji fizyograficznej c.k. Towarzystwa naukowego krakowskiego, obejmujące pogląd na czynności dokonane po koniec roku 1868, oraz materiały do fizyografii Galicyi. Tom trzeci. KRAKÓW. W drukarni c.k. uniwersytetu Jagellońskiego pod zarządkiem Konstantego Mańkowskiego. 1869. — S. 113—137.
12. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchouk // Kiev: M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. — 345 p.

О. І. Скакальська, В. М. Баточенко

Кременецький ботанічний сад

НПП «Північне Поділля»

ЦЕНОПОПУЛЯЦІЇ *DROSERA ROTUNDIFOLIA* L. НА ТЕРИТОРІЇ УРОЧИЩА «КЕМПА»
(ЛЬВІВСЬКА ОБЛ.)

В статті наводяться результати геоботанічних, фітоценотичних досліджень, місцезростання популяцій - *Drosera rotundifolia* L., на заболочених територіях урочища «Кемпа», Бродівського району Львівської області. Популяція *D. rotundifolia* L. багаточисельна зростає групами більше 300 особин на м². Види входять до складу формацій *Molinietum caerulea*, *Phragmitetum australis*, *Potentilla erecta*, *Drosereta rotundifolia*, які утворюють асоціації *Drosera rotundifolia* + *Molinia caerulea* + *Phragmites australis* + *Potentilla erecta*. Проведені дослідження показали, що стан популяції виявився відносно задовільним.

Ключові слова: фітоценоз, асоціації, чисельність, *D. rotundifolia*., структура

О. І. Skakalska, V. N. Batochenko

Kremenets Botanical Garden, Ukraine

NPP "Pivnichne Podillia", Ukraine

CENOPOPULATIONS *DROSERA ROTUNDIFOLIA* L. IN THE NATURE RESERVE "KEMPA"
(LVIV REGION)

The rapid growth of human impact on fitobiotu wetlands calls for a thorough study of characteristic features of the vegetation. Every day lists of endangered species are replenished, indicating depletion of the gene pool of the total fitobiotu and extensive destruction integrity balanced and stable development of biocenosis. The aim of our research was to monitor and study plant communities of insectivorous, gelofit species - *Drosera rotundifolia* L. in the wetlands reserve "Kempa", Brody district, Lviv region. A significant number of localities of this species got varied as a result of large-scale drainage works, and currently *D. rotundifolia* should be regarded as endangered species. Although *D. rotundifolia* is not enlisted in the Red Book of Ukraine, but it requires protection in nature reserves and natural parks of national status. This species is included in the list of regionally rare species in almost all areas of: Vinnytsia, Volyn, Dnipro, Zakarpattia, Kyiv, Luhansk, Lviv, Rivne, Sumy, Ternopil, Kharkiv, Khmelnytsky, and Chernivtsi. The results of geobotanical, phytocoenotic research, and the study of habitat ecology of population *D. rotundifolia* are given.

Keywords: phytocoenosis; association; size; *D. rotundifolia*; structure

Рекомендує до друку

М. М. Барна

Надійшла 23.11.2016

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК [597.556.331.1: 591.552]: 556.53 (282.247.32)

О. О. ГУПАЛО

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

МОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЇ ОКУНЯ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ВІТИ

У статті наведено дані про морфологічну структуру популяції окуня гирлової ділянки річки Віти. Показано, що популяція окуня складається з тугорослих та швидкорослих груп особин.

Ключові слова: морфологічна структура, популяції, окунь звичайний, гирлова ділянка р. Віти

Питання існування в популяції окуня звичайний *Perca fluviatilis* (L.) різних екоморфологічних груп залишається спірним і усталеного погляду на нього не існує. Дані про різні екологічні форми окуня були відомі ще з початку 20-го століття [1]. Проте не всі дослідники погоджуються з цією думкою [2]. На сучасному етапі для деяких водойм [5] відмічена диференціація окуня на окремі морфологічні групи. Для басейну Дніпра подібних досліджень не проводилось.

Матеріал і методи досліджень

Матеріал був зібраний впродовж 2013–2015 рр. в усі пори року на станціях, розміщених в різних біотопах гирлової ділянки р. Віти, включаючи протоку Козачу (50°18'44.; 30°35'47.). Рибу ловили ставними і рамковими сітками з розмірами комірок 20–60 мм (ДР № 43 від 22.01.2014 р.). Всього було відібрано 182 екземпляри окуня різного розміру та віку та проведено їх повний морфологічний аналіз за загальноприйнятими методиками для окуневих риб [6]. Вік особин визначали за лускою [8].

Морфологічну мінливість окуня аналізували за сукупністю ознак: кількість лусок в бічній лінії (ll) та над нею (Squ_1), кількість жорстких променів в першому спинному (D_1) та розгалужених в другому спинному (D_2), анальному (A), грудному (P) і черевному плавцях (V); стандартна довжина тіла (l), тулуба (l_{cor}) та голови (lc); довжина рила (lr) і діаметр ока (do), найбільша (H) та найменша (h) висоти тіла, висота голови біля потилиці (hc_1), довжина хвостового стебла ($p1$); відстані: антедорсальна (aD), постдорсальна (pD), антепектральна (aP), антевентральна (aV), антеанальна (aA), пектровентральна (PV), вентроанальна (VA), пектроанальна (PA) та уроанальна (UA); довжини: основи першого (ID_1) і другого (ID_2) спинних і анального (IA) плавців, грудного (IP) і черевного (IV) плавців; висоти: першого (hD_1) і другого (hD_2) спинних та анального (hA) плавців.

Порівняльний аналіз виконували за t -критерієм Стьюдента при рівні достовірності 99 % ($P \leq 0,01$) [4]. Статистичну обробку даних виконали у програмі Microsoft Excel v. 10.0.

Результати досліджень та їх обговорення

Гирлова ділянка річки Віти, що представлена системою проток, затонів і озер та впадає в річкову частину Канівського водосховища, є важливим місцем існування, нересту і нагулу багатьох видів риб. Гирло Віти впадає у прот. Козачу, яка омиває Ольгін острів і є правою протокою Дніпра.

В іхтіофауні р. Віти окунь звичайний *Perca fluviatilis* за чисельністю в уловах займає одне з провідних місць, а його популяція за морфо-функціональними показниками характеризується неоднорідністю. В уловах були представлені особини віком 1–6 років. Особини окуня з гирлової ділянки р. Віти мали середню довжину тіла 11,55 см, та масу – 36,37 г (табл. 1). Модальна розмірна група складалась з особин віком 2–3 роки, довжиною тіла 9–11 см і масою 16,64–26,00 г. В цілому виловлені екземпляри характеризувалися малими приростами довжини і маси тіла, низьким темпом росту та незначною тривалістю життя, оскільки особини старше 6 років в уловах не траплялися.

Таблиця 1

Розмірно-масові характеристики окуня р. Віта за 2013–2014 рр., $M \pm m$

Показники	Вік, роки					
	1	2	3	4	5	6
Довжина тіла, см	7,4 ± 2,54	9,4 ± 1,91	10,6 ± 3,08	12,1 ± 5,71	14,2 ± 6,34	15,6 ± 8,07
Прирости, см	7,4	2,0	1,2	1,5	2,1	1,4
Маса тіла, г	7,92 ± 1,02	16,64 ± 1,21	25,99 ± 3,42	36,21 ± 5,86	58,78 ± 7,33	72,67 ± 9,48
Прирости, г	7,92	8,72	19,35	10,22	22,57	13,89
Кількість, екз.	23	57	43	16	11	4

В уловах з прот. Козачої були представлені особини віком 2–7 років. Вибірка окунів відрізнялась від попередньої за розмірно-ваговими показниками (табл. 2). Середня довжина тіла особини становила 19,6 см, а маса – 203,92 г. Модальна розмірна група складалась з особин віком 3–5 років, довжиною тіла 16,1–22,7 см і масою 95,58–312,86 г. Екземпляри цієї вибірки вирізнялися більшими приростами довжини і маси тіла, довшою тривалістю життя та високим темпом росту.

Таблиця 2

Розмірно-масові характеристики окуня пр. Козачої за 2014–2015 рр., $M \pm m$

Показники	Вік, роки					
	2	3	4	5	6	7
Довжина тіла, см	13,3 ± 0,50	16,1 ± 1,20	21,7 ± 1,26	21,9 ± 1,05	22,3 ± 2,08	21,0 ± 1,30
Прирости, см	–	2,8	6,6	0,2	0,4	–
Маса тіла, г	50,64 ± 6,08	95,58 ± 19,77	255,08 ± 35,64	257,74 ± 59,09	279,78 ± 102,17	226,92 ± 50,78
Прирости, г	–	44,94	217,28	2,66	22,04	–
Кількість, екз.	4	6	8	10	6	5

Для кожної з вищезазначених груп окунів був проведений морфометричний аналіз з метою виключення впливу особливостей розмірно-вікової мінливості та статевого диморфізму на визначення морфологічної мінливості.

За меристичними ознаками розмірно-вікової мінливості тугорослої форми окуня гирлової ділянки р. Віти виявлено не було. Розмірно-вікова мінливість за пластичними ознаками проявлялася наступним чином: особини у віці двох років характеризувалися більшою l і меншою pl , ніж однорічки. Трирічні особини мали більшу ID_1 і менші значення пластичних ознак голови: do , do_1 і hc_1 . Чотирирічки відрізнялись від трирічок лише меншою ID_2 . В наступних вікових групах розмірно-вікової мінливості за пластичними ознаками виявлено не було.

Відсутність морфологічної мінливості за меристичними ознаками у різних вікових групах окуня пояснюється їх однорідністю і належністю до одного стада.

Аналізуючи розмірно-вікову мінливість тугорослого окуня, можна помітити, що найяскравіше вона проявлялася в молодших вікових групах (1–3 роки). Збільшується довжина тіла, а відносні розміри голови, навпаки, зменшуються. З чотирирічного віку темп росту

сповільнюється. Це є цілком закономірним, оскільки до настання статевої зрілості відбувається інтенсивний соматичний ріст, а після дозрівання частина енергії витрачається на формування гонад і темп росту риб дещо знижується.

Слід відмітити, що розмірно-вікова мінливість тугорослої форми окуня виявлена слабо, за невеликою кількістю ознак, що може пояснюватись широким діапазоном коливань лінійних розмірів всередині окремих вікових груп. Це явище також свідчить про низький темп росту досліджуваних особин. Інші дослідники [3] відмічають розмірно-вікову мінливість за набагато більшою кількістю ознак: H , aA , VA і PV , pl , ID_2 , lc , mx і mn , do , hc_1 тощо. Проте слід враховувати, що часто розмірно-вікову мінливість досліджували при порівнянні вибірок великих, середніх і малих за розмірами особин без зазначення їх віку. Наші дані за напрямком змін в цілому співпадають з даними інших авторів.

Статевого диморфізму за меристичними ознаками у тугорослої форми окуня виявлено не було. Морфологічна мінливість між статями у трирічному віці проявилась за низкою пластичних ознак: самиці були крупнішими, мали більшу H і hc_1 та менший do . Чотирирічні самиці відрізнялися від самців більшою l і меншим pl . У цілому статевий диморфізм тугорослої форми окуня звичайного виявлений слабо, що співпадає з даними інших дослідників [5].

Розмірно-вікова мінливість швидкорослої форми окуня з протоки Козачої у молодших вікових групах (2–4 роки) виражалась переважно в різниці за довжиною і висотою тіла (ці показники були більшими у старших особин) та розмірами ока (які у старших особин були меншими), що є цілком закономірно. В старших вікових групах (4–7 років) мінливість майже не виражена. Різниця спостерігалася лише за lA (довший у шестирічок) та за Squ_1 (більше у семирічок). Отже, такий ступінь вираженості морфологічної мінливості, на нашу думку, не може впливати на результати аналізу морфологічної мінливості окуня з різних місць дослідження.

Статевий диморфізм швидкорослого окуня у п'ятирічному віці проявлявся у коротшому хвостовому стеблі самиць порівняно з самцями.

Морфологічна мінливість між вибірками тугорослого і швидкорослого окуня була більш яскраво виражена у молодших вікових групах (2–3 роки). За меристичними ознаками особини швидкорослого окуня характеризувалися більшою $l.l.$, Squ_1 і меншою P . У трирічок, як і у попередній віковій групі, особини з високим темпом росту мали більше значення $l.l.$ та менші – D_1 і P . У вікових групах окуня 4–5 років морфологічної мінливості виявлено не було, а у шестирічних особин вона проявлялася у більшій кількості $l.l.$ у швидкорослого окуня з прот. Козачої, що пояснюється, ймовірно, малою чисельністю вибірки [5].

За пластичними ознаками у дворічок окуня спостерігалися відмінності за l , aA , PV і PA – ці показники були більшими у швидкорослих особин та h , lP , do і do_1 , які були меншими.

Вибіркі швидкорослого окуня трирічного віку відрізнялися від вибірки тугорослого того ж віку більшими значеннями l і l_{cor} , aA , PV та PA і меншими – а hD_1 , lP та do , do_1 .

В наступних вікових групах окуня (4–6 років) морфологічна мінливість вибірок з різним темпом росту виявлена слабше, проте характер відмінностей зберігається: у вибірках швидкорослої форми l , aA , PV , PA були більшими, а do , do_1 – меншими. При цьому чотирирічки характеризувалися більшими значеннями ID_2 та hc_1 , п'ятирічки – меншими значеннями UA , а шестирічки – більшими значеннями l_{cor} .

Екземпляри окуня з високим темпом росту відрізнялися більшими розмірами тіла (l , aA , PV і PA) і меншими розмірами ока. Характер відмінностей був однаковим в усіх вікових групах. За меристичними ознаками відмічена різниця у $l.l.$, D_1 і P . Відомо, що вибірки тугорослої та швидкорослої форм окуня з місця досліджень, хоча й різняться за морфофункціональними особливостями, проте належать до однієї популяції [7]. Стійке повторення ознак, за якими спостерігалась відмінність у вибірках з різним темпом росту, пояснюється існуванням різних морфологічних груп у досліджуваній популяції.

Висновки

Популяція окуня в гирловій ділянці р. Віти і прот. Козачій характеризується неоднорідністю морфологічної структури та представлена тугорослою і швидкорослою групами особин.

Окунь гирлової ділянки р. Віти представлений переважно тугорослою формою, а окунь з прот. Козачої – швидкорослою.

Розмірно-вікова мінливість та статевий диморфізм як тугорослого, так і швидкорослого окуня виражені слабо, і не впливають на результати аналізу стосовно існування різних морфологічних груп в популяції окуня в районі досліджень.

1. Берг Д. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Д. С. Берг. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — Т. 3. — С. 930—1381.
2. Жуков П. И. Рыбы Белоруссии / П.И. Жуков. — Минск: Наука и техника, 1965. — 416 с.
3. Зубенко Е. Б. Линейно-возрастная изменчивость морфологических признаков окуня (*Perca fluviatilis* L.) Кременчугского водохранилища / Е. Б. Зубенко // Рыб. хоз-во. — 1974. — Вып. 18. — С. 72—77.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
5. Попова О. А. Изменчивость морфометрических показателей у речного окуня *Perca fluviatilis* L. в пределах ареала / [Попова О.А., Андреев В.Л., Макарова Н.П., Решетников Ю.С.] // Биология речного окуня. — М.: Наука, 1993. — С. 4—55.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. — М: Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
7. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. — Киев: Генеза, 2004. — 664 с.
8. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова – М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

Е. А. Гупало

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ОКУНЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ ВИТЫ

В статье приведены данные относительно морфологической структуры популяции окуня устьевого участка р. Виты. Показано, что популяция окуня состоит из групп медленно- и быстрорастущих особей.

Ключевые слова: морфологическая структура популяции, окунь речной, устьевый участок р. Виты

О. О. Нурало

Institute of hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF PERCH POPULATION OF THE MOUTH AREA OF THE VITA RIVER

Numerous researches were devoted to study of perch *Perca fluviatilis* biological characteristics, growth rates and morphological indexes in general, but there is little information available on its ecological population structure.

The paper describes the results of investigations of morpho-ecological structure of perch population over 2013–2016 in the mouth area of the Vita River including Kozacha arm. The Vita River is the right tributary of the Dnipro River and Kozacha is its arm. Both water bodies serve as important spawning area, fattening and habitat for different fishes. The considered water area is characterized by variety of the water bodies' types with different ecological conditions, including water exchange, velocity of flow, dissolved oxygen content, food base, which are more favorable in the Kozacha arm, and presence of coastal vegetation, which is more abundant in the mouth area of the Vita River.

Sampling was carried out from November 2013 to August 2016, more intensively over the spawning season of fish in the mouth area of the Vita River and Kozacha arm. Totally 182 specimens were caught with gill nets of the mesh size 16, 20, 25, 35, 45 and 55 mm. The detailed analysis of morphological indexes of perch has been presented. All morphological indexes (Pravdin, 1966) and sex were determined for each individual. Age of individuals was determined by number of scale annuli (Chugunova, 1959). Studies were carried out using standard ichthyological methods and statistical analysis. Growth rate was calculated directly from the measurements of average age. The

Student's *t*-test was used for comparison of morphological parameters of specimens of different age groups, for males and females of the same age groups and for groups with different growth rate.

Maximum observed age of perch in the mouth area of the Vita River was 6 years. Predominance of age classes 2–3 (9.0–11.0 cm and 16.64–26.00 g) in the catches was noticed. Mean value of standard length was 11.6 cm and mean value of weight was 36.37 g. In general, individuals of perch of the mouth area of the Vita River were characterized by small body size, low growth rate and short life duration.

On the contrast, all examined specimens of perch of the Kozacha arm were characterized by larger body size, fast growth rate and longer life duration. Maximum observed age of perch in the Kozacha arm was 7 years. Predominance of age classes 3–5 (16.1–22.7 cm and 95.58–312.86 g) in the catches was observed. Mean value of standard length was 19.6 cm and mean value of weight was 203.92 g.

The data obtained showed the low level of age and size variability in groups of perch with different growth rate. Morphological indexes l , ID_1 in sample of perch with low growth rate increased in high age classes, whereas do , hc_1 decreased. The comparison of males and females showed that on the whole females had higher indexes l , H , hc_1 and lower indexes do , pl .

In group of perch with high growth rate elder age groups differed significantly from junior age groups by values l , H , IA , which in older groups were higher, and do , which was lesser. Sexual dimorphism was low expressed. Value of pl of 5-year-old females was lesser than in males of the same age group.

Comparison of groups of perch with different growth rate showed marked differences between specimens of same age classes. Individuals of higher growth rate differed by higher values of morphological parameters ll , Squ_1 , l , aA , PV , PA and lesser values of P , h , IV , do in the same age classes.

The analysis of the data indicates that population comprises two morpho-ecological groups, which differ by growth rate. Perch of the mouth area of the Vita River was characterized by small body size, low growth rate and short life duration. At the same time perch of the Kozacha arm was characterized by larger body size, higher growth rate and longer life duration. Age and size variability and sexual dimorphism were low expressed in both morpho-ecological groups of perch and could not influence results of morphological analysis.

Key words: river perch, morphological structure of population, mouth area, the Vita River

Рекомендує до друку

Надійшла 11.10.2016

В. З. Курант

УДК 581.526.325 (285.3):504.05:911.375

О. В. КРАВЦОВА

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

ДИНАМІКА ФІТОПЛАНКТОНУ У МІСЬКИХ ВОДОЙМАХ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

У роботі наведено особливості динаміки фітопланктону водойм міста Житомир з різним ступенем антропогенного навантаження, представлено результати дослідження таксономічного складу та кількісних показників розвитку фітопланктону, подано характеристику екологічного стану водойм.

Ключові слова: фітопланктон, різноманіття, чисельність, біомаса, сапробність

Із удосконаленням інфраструктури міст дедалі важливішою постає проблема збереження в їх межах природних водойм. Водойми, розташовані на урбанізованих територіях, є важливими

компонентами міських ландшафтів, мають важливе естетичне та рекреаційне значення. Однак, як правило, антропогенне навантаження призводить до порушення структури і функціонування водних екосистем в цілому та фітопланктону зокрема.

Під антропогенним навантаженням розуміють вплив людської діяльності чи її наслідків на оточуюче середовище [2]. Навантаження на екосистеми можна охарактеризувати за джерелами впливу (табл. 1).

Процеси урбанізації призводять до зміни гідрологічного режиму міських водойм і водотоків, впливають на водний баланс, режим водних об'єктів і ґрунтових вод територій, змінюють гідрохімічний режим за рахунок викиду стічних вод: промислових, господарсько-побутових, стоків із будівельних майданчиків [7].

Одним із чинників, що сприяє самоочищенню водних об'єктів, є їх проточність. Тому водойми, що знаходяться в межах міста, особливо слабопроточні, фактично перетворюються в накопичувачів забруднюючих речовин. Хорошим індикатором екологічного стану водойм і якості води є фітопланктон, оскільки він першим реагує на будь-які зміни в екосистемі.

Вивченням фітопланктону водойм великих міст займалися багато дослідників [5-6, 8, 10-12], однак меншим містам приділено досить мало уваги.

Метою роботи було з'ясувати особливості динаміки фітопланктону водойм з різним ступенем антропогенного навантаження у місті Житомир.

Матеріал і методи досліджень

Досліджено фітопланктон двох ставів в межах м. Житомира: 1-й став загальною площею 0,6 га розташований у колишньому об'єкті природо-заповідного фонду – Крошнянському дендропарку (далі став № 1), 2-й – Соколівський став (№ 2) площею 4 га, що використовується як рибогосподарська водойма – вирощений став з відповідним внесенням кормів для годівлі риб (табл. 1).

Таблиця 1

Джерела антропогенного впливу на водойми

Джерела впливу	Став № 1	Став № 2
Транспорт		
- автомобільний	+	+
- залізничний	-	+
Забудова		
- житлова	-	+
- промислова	-	-
- господарська	+	-
Рекреація	+	+
Аматорське рибальство	+	+
Ставкове рибництво	-	+
Всього:	4	6

Відбір альгологічних проб здійснювався впродовж весняно-осіннього сезону 2016 року на стаціонарних станціях двічі на місяць (влітку – подекадно). Проби фіксували, концентрували та камерально опрацьовували загальноприйнятими у гідробіології методами [9]. Одночасно визначали деякі гідрохімічні (вміст розчиненого у воді кисню, насичення води киснем, рН, концентрацію розчинених у воді солей) та гідрофізичні (температура води, прозорість по диску Секкі) показники. Концентрацію розчинених у воді солей визначали TDS-метром. У роботі використано таксономічну систему водоростей, запропоновану у зведенні «Algae of Ukraine» [13]. Біоіндикаційний аналіз здійснено з урахуванням індикаторних властивостей водоростей, наведених у [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Таксономічне різноманіття фітопланктону. Впродовж досліджень у ставі Крошнянського дендропарку виявлено 109 видів водоростей, представлених 112 внутрішньовидовими таксонами (в.в.т), включно з тими, що містять номенклатурний тип виду, які належать до 8

відділів, 12 класів, 26 порядків, 41 родина, 65 родів. У Соколівському ставі фітопланктон представлений 8 відділами, 13 класами, 30 порядками, 42 родинами, 75 родами (146 в.в.т.). Значну частину флористичного різноманіття обох водойм становили діатомові (39 і 22% відповідно), зелені (30 і 43%), евгленові (13 і 11%) та динофітові (6 і 7%). Для ставу № 1 слід відмітити також наявність золотистих (6%), а для № 2 – синьозелених (9%). Роль інших відділів є незначною (1 – 5%).

На рівні класів у ставах домінують Chlorophyceae – 30 в.в.т. (27%) і 51 (36%), Bacillariophyceae – 33 (30%) і 18 (13%) та Euglenophyceae – 13 (12%) і 16 (11%). Розподіл водоростей за домінуючими порядками засвідчує наступне: в обох водоймах переважають Sphaeropleales – 20 (18%) і 41 (30%), Euglenales – 13 (12%) і 16 (11%) та Naviculales – 15 (14%) та 11 (8%) відповідно. У ставі № 1 значну частку видового різноманіття ще мали порядки Chlamydomonadales, Bacillariales (по 7%), Cymbellales та Fragilariales (по 6%), а у ставі № 2 – Chlorellales (6%). На рівні родин для обох водойм відзначимо Scenedesmaceae, Euglenaceae, Selenastraceae, Naviculaceae, а для ставу № 1 ще й Chrysococcaceae, Fragilariaceae, Cymbellaceae, Bacillariaceae, Chlamydomonadaceae, для ставу № 2 – Chlorellales.

Ядро альгофлори ставів відповідно формували 23 і 28 родів, які склали 72% і 64% загального видового різноманіття. Пріоритетними у видовому багатстві обох водойм були наступні роди: Trachelomonas Ehrenb. (6 і 7%), Navicula Bory (по 4%), Desmodesmus (Chodat) Anet. (5 і 7%), а для ставу № 1 ще й Cymbella C. Agardh (4%), Nitzschia Hass. (6%), для другої водойми – Monoraphidium Komark. (4%), Peridinium Ehrenb., Scenedesmus Meyen та Acutodesmus (E. Hegew.) P. Tsarenko (по 3%).

У формуванні чисельності фітопланктону обох водойм найістотнішою була частка відділу Chlorophyta (69 і 42%), Bacillariophyta (6 і 17%), однак у ставі Крошнянського дендропарку відмічено значну частку представників відділу Chrysophyta (11%), а Соколівському ставі – Cyanoprocarota (33%).

У формуванні біомаси фітопланктону основну роль відігравали також зелені (60 і 41% відповідно) та діатомові (12 і 30%). Для ставу у дендропарку в формуванні біомаси характерною слід відмітити значну частку динофітових (8%) та евгленових (15%), а для ставу № 2 – синьозелених (9%).

Домінуючий комплекс фітопланктону ставу в дендропарку за чисельністю формували 14 видів (13% видового багатства), а за біомасою – 22 (20%), Соколівського ставу – 20 (14%) і 14 (10%) видів відповідно. Домінантами за чисельністю та біомасою фітопланктону у першій водоймі були: *Oscillatoria limosa* J. Agardh ex Gomont f. *limosa*, *Chlamydomonas globosa* J. Snow, *Chlamydomonas monadina* (Ehrenb.) F. Stein, *Pandorina charkowiensis* Korschikov, *Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komark.-Legn., *Coelastrum microporum* Nägeli, *Oocystis marssonii* Lemmerm.), у другій – *Stephanodiscus hantzschii* Grunow in Cleve et Grunow, *Chlamydomonas monadina* (Ehrenb.) F. Stein., *Oscillatoria agardhii* Gomont, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Anabaena spiroides f. crassa* (Lemmer.) Elenkin, *Aulacoseira granulata var. curvata* Grunow in Van Heurck, *Pandorina charkowiensis* Korschikov). Впродовж літнього сезону домінуючий комплекс останньої водойми був представлений переважно синьо-зеленими водоростями, які спричиняли «цвітіння» води.

Кількість видів знайдених в окремій пробі фітопланктону ставу № 1 варіювала від 9 до 23 (в середньому 15), ставу № 2 - від 10 до 46 (23). Динаміка кількісного різноманіття та чисельності фітопланктону Соколівського ставу характеризувалась оберненою кореляцією з прозорістю води ($r = -0,68$, $r = -0,64$, $p < 0,05$)

Порівняльний аналіз видового складу фітопланктону досліджуваних водойм за допомогою коефіцієнта Серенсена показав низький рівень подібності ($K_s = 0,49$), що свідчить про різні умови для розвитку фітопланктону.

Чисельність та біомаса. Чисельність та біомаса фітопланктону обох водойм коливалась в широких межах (табл. 2).

Сезонна динаміка чисельності та біомаси фітопланктону водойм

Показники		Чисельність, млн. кл/дм ³	Біомаса, мг/дм ³
Ставу Крошнянському дендропарку	Весна	<u>0,27–3,74</u> 1,36±0,43	<u>0,37–1,60</u> 1,06±0,18
	Літо	<u>1,91–40,17</u> 14,16±3,47	<u>0,13–4,97</u> 2,30±0,43
	Осінь	<u>1,91–40,17</u> 14,16±3,47	<u>0,15–2,19</u> 1,01±0,25
	За рік	<u>0,45–3,62</u> 7,83±2,19	<u>0,15–4,97</u> 1,77±0,32
Соколівський став	Весна	<u>0,69–6,23</u> 2,83±0,83	<u>0,42–11,47</u> 4,85±1,57
	Літо	<u>4,17–46,52</u> 22,15±4,12	<u>1,74–77,78</u> 17,67±6,63
	Осінь	<u>5,70–34,68</u> 13,70±3,74	<u>2,84–29,05</u> 11,20±3,22
	Річний показник	<u>0,69–46,52</u> 13,76±3,80	<u>0,42–77,78</u> 11,87±4,71

Середні значення індексу Шеннона за чисельністю та біомасою для фітопланктону у дендропарку становили 2,30 та 2,33 біт/екз, а для Соколівського ставу – 2,92 і 2,39 біт/екз відповідно.

В сезонному аспекті зниження індексу зазвичай співпадало з інтенсивною вегетацією монодомінантних угруповань, що характерно для водойм в умовах урбанізованого ландшафту. Так, в ставі № 1 відмічено пік біомаси в середині червня та декілька піків чисельності в червні та серпні за домінування дрібноклітинних видів зелених водоростей. Однак за рахунок того, що фітопланктон водойми був представлений олігодомінантною структурою, динаміка інформаційного різноманіття є помірною.

У Соколівському ставі відмічено чотири піки зростання чисельності та один – біомаси. Так, в травні було зафіксовано значне зростання біомаси фітопланктону (з 2,02 у квітні до 11,14 мг/дм³ у травні), а разом з тим і зниження прозорості води з 90 до 65 см, пов'язане з масовим розвитком представника відділу Chlorophyta *Chlamydomonas monadina* (Ehrenb.) F. Stein, частка якого у формуванні загальної біомаси складала середньому 83%. Це відобразалося також на зниженні інформаційного різноманіття з 3,24 до 0,89 біт/екз. Значний розвиток зелених водоростей ймовірно пов'язаний з вищим вмістом нітратного азоту у цій водоймі (0,15 мг/дм³) порівняно із ставом у Крошнянському дендропарку. З підвищенням температури води у літній період спостерігали зростання чисельності фітопланктону, однак на біомасі це так сильно не відобразилося за рахунок появи в домінуючому комплексі дрібноклітинних водоростей (в основному *Oscillatoria agardhii* Goniont, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Anabaenaspiroides fcrassa* (Lemmer.) Elenkin) та збільшенні видового різноманіття зелених водоростей).

Оцінка якості води. Гідрохімічні та гідрофізичні показники обох водойм коливались в широких межах (табл. 3–4). Однак для Соколівського ставу варто відмітити дещо вищі середні значення величин кисневого режиму водойм, рН, вмісту амонійного та нітратного азоту, хлоридів і перманганатної окиснюваності та нижчі для температури, мінералізації води, жорсткості, вмісту нітритного азоту, заліза та лужності.

Проведений біоіндикаційний аналіз списку водоростей показав, що за біотопічною приуроченістю у водоймах № 1 і № 2 переважали планктонно-бентосні (39 і 44%) та планктонні (27 і 37%) види, однак для першого слід відмітити значну частку бентосних форм (33%), що пов'язано переважно з морфометричними особливостями даної водойми. Щодо температурних умов переважали види-індиференти (61 і 56%) та евритермні види (31 і 40%), за відношенням до рН — індиференти (42 і 50%) та алкаліфіли (58 і 39%), за галобністю -

ГІДРОБІОЛОГІЯ

олігогалоби-індиференти (72 і 91%). Серед видів-індикаторів реофільності (проточності) значною була частка стояче-текучих видів (70 і 75%), стоячі складали відповідно 30 і 25% видів.

Таблиця 3

Деякі гідрофізичні та гідрохімічні показники

Показники	Став у Крошнянському дендропарку	Соколівський став
Температура води, °С	$\frac{6,5-28,5}{22,2}$	$\frac{5,9-28,3}{21,7}$
Прозорість води, см	до дна	$\frac{35,0 - 100,0}{59,5}$
Вміст кисню, мг/дм ³	$\frac{5,9-10,0}{10,5}$	$\frac{5,2-17,5}{11,2}$
Насиченість води киснем, %	$\frac{56,9-232,7}{123,4}$	$\frac{56,0-226,3}{130}$
pH	$\frac{7,9-8,4}{7,9}$	$\frac{7,4-9,0}{8,1}$
Мінералізація води, ррп	$\frac{262,0-308,0}{282,1}$	$\frac{249,0-306,0}{264,2}$

Таблиця 4

Деякі гідрохімічні показники

Гідрохімічні показники	Жорсткість, мг-екв/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Магній, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Азот, мг/дм ³ :	амонійний	нітригів	нітратів	Залізо, мг/дм ³	Окисність, мгО ₂ /дм ³	Лужність, мг-екв
Став у Крошнянському дендропарку	6,7	102,2	19,46	56,7		0,3	0,2	0,1	0,13	4	5,4
Соколівський став	5	78,16	13,38	69,3		0,7	0,1	0,15	0,4	11	4,2

Примітка. Дані наведено за результатами гідрохімічного аналізу води СЕС

Спостерігали зростання індексів сапробності в обох водоймах з весни до літа, однак в ставі у дендропарку значення індексу були дещо нижчими. Середні значення даного показника вказують на приналежність обох ставів до β-мезосапробної зони (табл. 5).

Таблиця 5

Значення індексів сапробності у водоймах

	Став у Крошнянському дендропарку	Соколівський став
Весна	1,59	2,06
Літо	2,04	2,14
Осінь	1,38	1,36
за рік	1,87	2,11

Примітка. Індеси сапробності розраховані методом Пантле-Букк в модифікації Сладечика за кількістю видів-індикаторів сапробності та біомасою

Висновки

1. Фітопланктон у ставі Крошнянського дендропарку і Соколівському ставі відрізняється за видовим складом, сапробіологічною характеристикою, домінуючим комплексом видів, величинами чисельності та біомаси фітопланктону.
2. Виявлено за структурою та тривалістю піки розвитку фітопланктону: у ставі в Крошнянському дендропарку – впродовж червня-серпня за домінування зелених водоростей, у Соколівському ставі – в травні, зумовлений розвитком зелених водоростей, впродовж літа за появи в домінуючому комплексі синьозелених водоростей.
3. Значні коливання чисельності та біомаси фітопланктону у Соколівському ставі та низький індекс Шеннона зумовленні монодомінуванням зелених та синьозелених водоростей.
4. Вищі індекси сапробності для фітопланктону Соколівського ставу, який використовується в рибогосподарських цілях, проти цього ж показника у ставі Крошнянського дендропарку, свідчать про інтенсивніший антропогенний вплив на цю водойму, зокрема органічне забруднення, що може підтверджується значеннями перманганатної окислюваності.

1. *Барінова С. С.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / Барінова С.С., Медведєва Л.А., Анисимова О. В. — Тель - Авив : PiliesStudio, 2006. — 498 с.
2. *Экология* лесопарковой зоны города / [С. А. Двинских, Н. Г. Максимович, К. И. Малеев, О. В. Ларченко]; под общ. ред. С.А. Двинских. — СПб.: Наука, 2011. — 154 с.
3. *Коновалова О. А.* Фитопланктон как показатель качества воды разнотипных водоемов на территории города Омска / О.А. Коновалова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2010. — № 5 (67).
4. *Кривина Е. С.* Фитопланктон урбанизированного водоема (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) / Е. С. Кривина, Н. Г.Тарасова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук — 2015. — Т. 17, № 4.
5. *Охапкин А. Г.* Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) / А.Г.Охапкин, Г.А.Юлова, Н.А. Старцева // Ботан. журн. — 2002. — 87, № 2. — С. 78—88.
6. *Павлова О. А.* Структура фитопланктона малых озер в условиях урбанизированного ландшафта (на примере Суздальских озер г. Санкт-Петербурга) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 / Павлова О. А. — СПб, 2004. — 198 с.
7. *Сохранение* природной экосистемы водоема в урбанизированном ландшафте / [Е.А. Стравинская, М.Ф. Веселова, Е.А. Юдин и др.]; под ред. Е. А Стравинской. — Л.: Наука. 1984. — 144 с.
8. *Трифонова И. С.* Структура и сукцессия фитопланктона урбанизированных водоемов Санкт-Петербурга / И.С.Трифонова, О.А. Павлова // Гидробиол. журн. — 2005. — 41, № 1. — С. 3—12.
9. *Щербак В. І.* Методи визначення характеристик головних угруповань гідробіонтів водних екосистем. 1. Фітопланктон / В.І. Щербак // Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. — НАН України: Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — С. 8—27.
10. *Щербак В. І.* Разнообразие фитопланктона некоторых водоемов г. Киева / В. И. Щербак //Альгология. — 2006. — 16, № 4. — С. 467—478.
11. *Щербак В. И.* Сравнительная характеристика фитопланктона водоемов различных районов г. Киева / В.И. Щербак, Н.Е.Семенюк // Гидробиол. журн. — 2005. — 41, № 2. — С. 29—36.
12. *Щербак В. И.* Типизация водоемов урбанизированных территорий по разнообразию фитопланктона / В.И. Щербак, Н.Е. Семенюк // Гидробиол. журн. — 2006. — 42, № 5. — С. 3—18.
13. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* Vol. 1. Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta / Eds. P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Ganter Verlag, 2006. — 713 p.

О. В. Кравцова

Институт гидробиологии НАН Украины

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ГОРОДСКИХ ВОДОЕМОВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

В работе приведены особенности фитопланктона водоемов города с разной степенью антропогенной нагрузки (на примере прудов г. Житомира), представлены результаты

исследования таксономического состава и количественных показателей развития фитопланктона, дана характеристика экологического состояния водоемов.

Ключевые слова: фитопланктон, многообразие, численность, биомасса, сапробность

O. V. Kravtsova

Institute of Hidrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

PHYTOPLANKTON DYNAMICS OF URBAN WATER BODIES WITH VARYING DEGREES OF HUMAN PRESSURE

Water bodies which are located in urban areas are exposed to severe human pressure. This leads to disruption of the structure and functioning of aquatic ecosystems in general and phytoplankton in particular. The paper deals with the phytoplankton peculiarities of urban water bodies with differing degrees of human pressure (evidence from the ponds of Zhytomyr, Ukraine). The pond in Kroshnianskyi Arboretum Park and Sokolovskyi pond (under a higher anthropogenic load) were examined here. The spring-autumn phytoplankton samples of ponds were taken as material for the research. Phytoplankton samples were studied by general hydrobiological methods. Some indicators of hydrochemical and hydrophysical regime in reservoirs were determined. Bioindication analysis of algae list was made. 109 species of algae, represented by 112 intraspecific taxa including those containing the nomenclature type species, were found in phytoplankton of Kroshnianskyi Arboretum Park and 146 intraspecific taxa in Sokolovskyi pond over the research period. Diatoms, green algae, euglena algae and dinophyta comprised the core of biodiversity of both water bodies. The most significant proportion of Chlorophyta and Bacillariophyta was in the formation of abundance and biomass of phytoplankton. However, Cyanoprocaryota prevailed in the pond with a higher degree of anthropogenic load. Cyanoprocaryota also dominated in summer and caused water bloom. Comparative analysis of species content of phytoplankton in the given water bodies with the help of Sorensen coefficient showed low similarity. Inverse correlation with the water transparency and dynamics of quantitative diversity and numbers of phytoplankton was observed in ponds with higher anthropogenic load. Phytoplankton peaks, different in structure and duration, were detected, mainly due to the dominance of green and blue-green algae. Decrease in the index of species diversity of vegetation due to intensive growth of monodominant groups, higher mean values of some hydrochemical parameters were observed in the water body with a higher degree of anthropogenic load. Bioindication analysis of algae list established dominance of benthic and planktonic species, indifferent in relation to temperature, pH and salinity-standing and flowing forms in water plankton. There was an increase of saprobic indices in both water bodies from spring to summer. Saprobian indices demonstrated that both water bodies belong to β -mezosaprobic zone, but the index was higher in Sokolovskyi pond. To conclude, the analysis of the data proves higher saprobic indices in Sokolovskyi pond as compared to the pond in the arboretum park, monodominance of algae groups testifies to the more profound human impact on the former water body due to its use in fisheries management. The results of the research can be used for monitoring freshwater ecosystems in urban areas.

Key words: phytoplankton, species diversity, abundance, biomass, saprobity

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 15.11.2016

ЕКОЛОГІЯ

УДК 591.044:597.552.51

О. М. ВОДЯНЦЬКИЙ, О. С. ПОТРОХОВ, О. Г. ЗІНЬКОВСЬКИЙ, Ю. М. ХУДІЯШ

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

ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ТА КИСНЕВОГО РЕЖИМІВ ВОДОЙМИ НА ВМІСТ БІЛКІВ ТА ГЛІКОГЕНУ В ЕМБРІОНАХ КОРОПОВИХ РИБ

Встановлена інтенсивна утилізація глікогену та білків ембріонами білого товстолобика в процесі їх адаптації до впливу підвищеної температури. За виживанням та відсутністю значної кількості ембріонатів оптимальною температурою для проходження ембріогенезу цього виду є 28–29°C. Ембріони білого амура краще витримують значні підвищення температури води та зниження концентрації розчиненого кисню. Величини вмісту білків та глікогену в ембріонах більш стабільні в широкому діапазоні температур, а оптимальною температурою для розвитку є 29°C. З підвищенням температури води прискорюється ембріональний розвиток коропа, однак збільшується кількість аномальних зародків. За показниками вмісту білків та глікогену в зародках, за їх виживаністю та відсутністю значної кількості ембріонатів оптимальною температурою для ембріонального розвитку коропа є 25–26°C.

Ключові слова: ембріогенез, білки, глікоген, температурний та кисневий режим, білий амур, білий товстолобик, короп

Фізіологічний стан риб істотно залежить від температури навколишнього середовища [7]. Найбільш вразливі до дії негативних чинників ікра та личинки, оскільки їх системи захисту формуються і вони не мають можливості покинути ділянки водойм з несприятливими умовами та зони забруднення [10]. Нехарактерні температури, істотні зміни газового режиму викликають порушення поділу клітин, процесів диференціації органів та тканин, різноманітні ембріопатії та змінюють перебіг метаболічних процесів в ембріонах риб [9, 16, 17].

Основні поживні речовини, зокрема фосфопротеїди, ліпопротеїди, глікопротеїди, глікоген, фосфоліпіди, жирні кислоти, тригліцериди та ін., містяться у жовтковому мішку. Частина його компонентів має ендогенне походження, а інша – екзогенне [8, 18, 19]. На відміну від інших хребетних тварин у переважній більшості видів риб наявне широке використання катаболізму білків у стресових чи несприятливих обставинах як основного джерела енергії та відповідно ресинтез та відновлення білкових ресурсів при нормалізації умов існування [4, 5, 6].

Рівень енергетичного обміну визначає нормальне функціонування організму і його здатність адаптуватися до постійно змінних умов навколишнього середовища [3, 6]. Основоположними процесами утворення енергії АТФ у вищих тварин є два метаболічних шляхи: аеробний шлях синтезу АТФ і анаеробний – гліколіз [1, 14, 15].

Завдяки регуляції обміну енергетичних ресурсів забезпечується термінова адаптація. Причому в цих процесах приймає участь нейрогуморальна, імунна, ферментна регуляторні системи організму [11, 13], однак ці системи у ембріонів риб недосконалі.

Отже, вивчення впливу абіотичних чинників на ранні етапи розвитку риб є необхідною умовою для обґрунтування безпечних рівнів змін у навколишньому середовищі, особливо за змінами клімату, та розробці прогнозів по відтворенню риб за цих умов.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на Білоцерківській експериментальній гідробіологічній станції Інституту гідробіології НАН України впродовж 2015–2016 років. Біологічним матеріалом були ікра та ембріони коропа (*Cyprinus carpio* L.), білого амура (*Ctenopharyngodon idella* Val.) та білого товстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.).

Нами були відібрані три водойми (ставки), які через особливості свого розташування та ступеню затінення відрізнялися за температурним, а завдяки цьому, і кисневим режимом. Температуру води вимірювали ртутним термометром впродовж доби о 4.00, 12.00 та 20.00 год. і по мірі проходження ембріональних стадій розвитку риб. Вміст розчиненого кисню вимірювали о четвертій годині ранку методом Вінклера [18]. Всі дослідні водойми наповнювалися водою з р. Рось. Ця вода характеризується такими гідрохімічними показниками: O_2 – 8,4–9,7 мг/дм³; рН – 8,3; твердість – 6,1 мг-екв./дм³; Ca^{2+} – 66,13 мг/дм³; Mg^{2+} – 34,02 мг/дм³; Cl^- – 30,13 мг/дм³; NH_4^+ – 0,277 мг N/дм³; NO_2^- – 0,006 мг N/дм³; NO_3^- – 0,080 мг N/дм³; PO_4^{3-} – 0,062 мг P/дм³; ПО – 8,0 мг O/дм³; БО – 18,48 мг O/дм³.

Експерименти проводилися впродовж травня-червня, в той час, коли у природних водоймах відбувається нерест риб. Штучно запліднена ікра піддослідних риб розміщувалася в сітчастих контейнерах у водоймі та підлягала дії всього комплексу екологічних умов водного середовища.

Вміст глікогену (мг/г) визначали – за допомогою антронового реагенту, вміст загальних білків (мг/г) за Лоурі і співавт. [2]. Отримані дані оброблені статистично за допомогою програми Statistica 5.5.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що швидкість використання ембріонами риб енергоємних сполук жовткового мішка істотно залежить як від температури оточуючого середовища, так і фізіологічного стану організму [3, 18].

Як показали результати досліджень, під час ембріогенезу білого товстолобика на стадії гастрюляції вміст білка не коливався в значних межах за температурою від 23 до 31°C. Найбільший вміст білка спостерігався при температурі води 29°C (3,34 мг/г) (рис. 1). Проте, по мірі розвитку ембріонів на стадії очні бокали помічено перші наслідки впливу температури оточуючого середовища. З підвищенням температури води рівень білка в ембріонах різко падає з 4,11 мг/г (при 23°C) до 1,69 мг/г (при 33°C) (рис. 2).

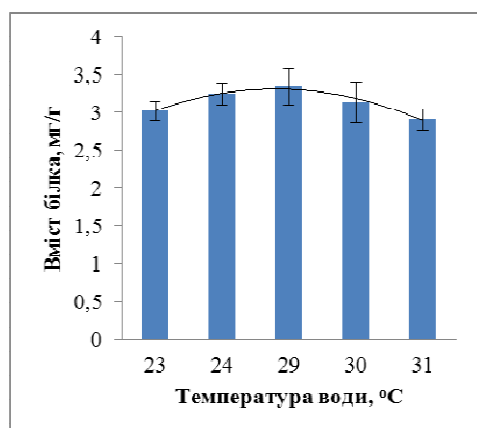


Рис. 1. Вміст білків в ембріонах білого товстолобика на стадії кінець гастрюляції

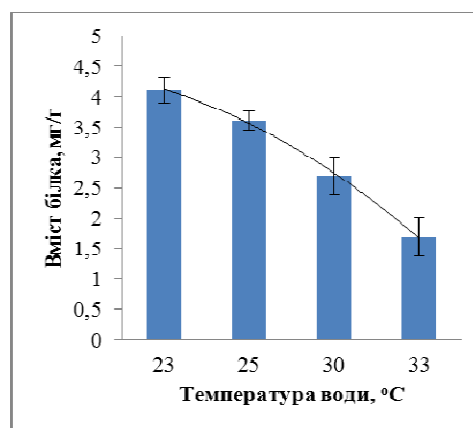


Рис. 2. Вміст білків в ембріонах білого товстолобика на стадії очні бокали.

Вміст глікогену у ембріонів білого товстолобика змінюються так само як і білків (рис. 3, 4). З підвищенням температури на стадії закінчення гастрюляції вміст глікогену в ембріонах зростає з 4,32 мг/г при 23°C до 4,67 мг/г при 30,0°C. На стадії очні бокали спостерігалась зворотна залежність, з підвищенням температури вміст глікогену різко падає з 3,33 мг/г при 23°C до 1,54 мг/г при 32°C.

Ембріони білого товстолобика витрачають значну кількість енергії для пристосування до збільшення температури, про що свідчить зменшення вмісту як білків, так і глікогену. На стадії очні бокали ця тенденція більш яскраво виражена, а ембріони на пізніх етапах розвитку більш вразливі до дії змін абіотичних чинників водного середовища, ніж на ранніх стадіях ембріогенезу. Також при зростанні температури води вище 31°C спостерігалось зменшення концентрації кисню у воді до 4,0–4,7 мг O₂/дм³, що, в свою чергу, спричинило кардинальну перебудову метаболізму ембріонів. Вірогідно вони починають використовувати гліколіз для енергетичного забезпечення. За результатами досліджень можна стверджувати, що оптимальною температурою для ембріонального розвитку білого товстолобика є 28–29°C. Це підтверджується низьким рівнем аномального розвитку зародків.

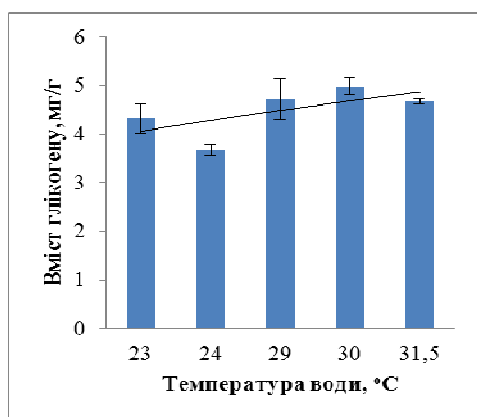


Рис. 3. Вміст глікогену в ембріонах білого товстолобика на стадії кінець гастрюляції.

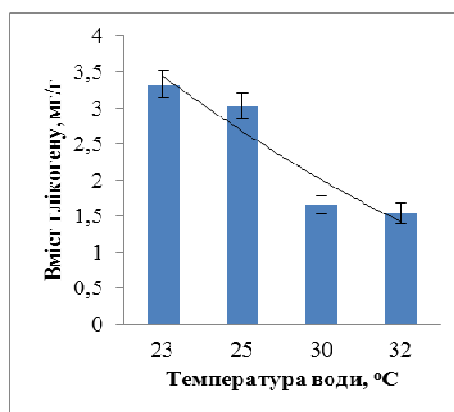


Рис. 4. Вміст глікогену в ембріонах білого товстолобика на стадії очні бокали.

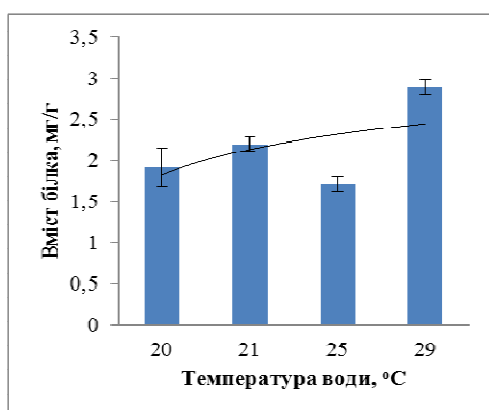


Рис. 5. Вміст білків в ембріонах білого амура на стадії кінець гастрюляції.

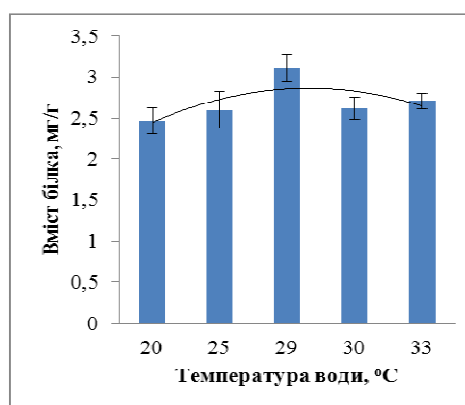


Рис. 6. Вміст білків в ембріонах білого амура на стадії очні бокали.

Також нами були досліджені й ембріони білого амура. На стадії кінець гастрюляції вміст білків в його ембріонах при 29°C був в 1,5 рази більшим, ніж при 20°C (рис. 5). Це свідчить про

менш значні витрати білка за вищої температури, тобто про кращі умови існування зародків. На стадії очні бокали при температурі 29°C помічено максимальний вміст білків – 3,11 мг/г (рис. 6).

В ембріонах білого амура відмічається хвилеподібний характер змін вмісту глікогену (рис. 7). Максимальні значення глікогену спостерігали при мінімальній та максимальній температурі – 5 мг/г (20°C) та 4,31 мг/г (29°C), а в середньому діапазоні температури (21–25°C) значення глікогену було в межах 3,27–3,64 мг/г.

На стадії очні бокали знову спостерігали пряму залежність між цими показниками – зі збільшенням температури вміст глікогену зростає (рис. 8).

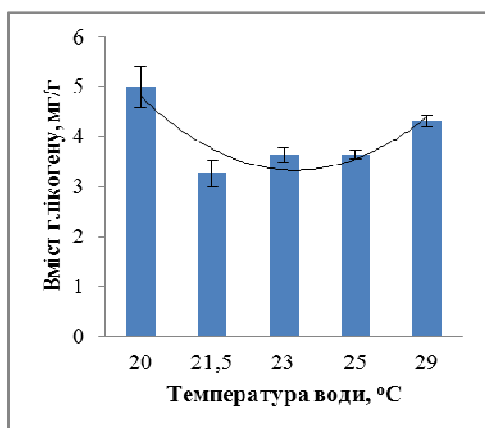


Рис. 7. Вміст глікогену в ембріонах білого амура на стадії кінець гастрულляції.

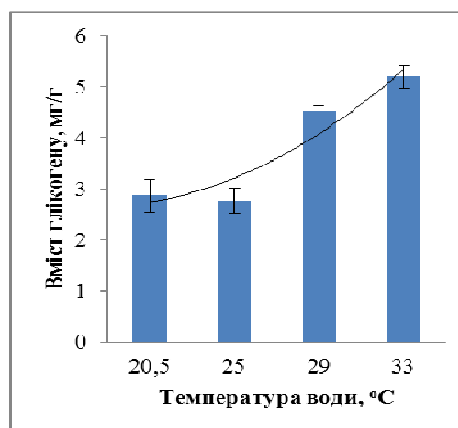


Рис. 8. Вміст глікогену в ембріонах білого амура на стадії очні бокали.

Так, при температурі 33°C цей показник був вищим в 1,8 рази, ніж при 20,5°C, що може свідчити про видову специфічність вуглеводного обміну ембріонів білого амура. Ймовірно, в зародках закладені значні адаптивні можливості, енергетичні ресурси використовуються в меншій мірі навіть при високій температурі (33°C), але за умов достатнього насичення води розчинним киснем (6,5–7,4 мг O₂/дм³). Очевидно, що температура води 29°C є найбільш оптимальною під час проходження ембріогенезу білого амура.

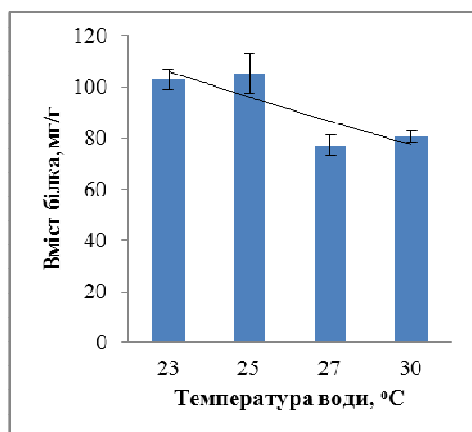


Рис. 9. Вміст білків в ембріонах коропа на стадії відділення хвоста.

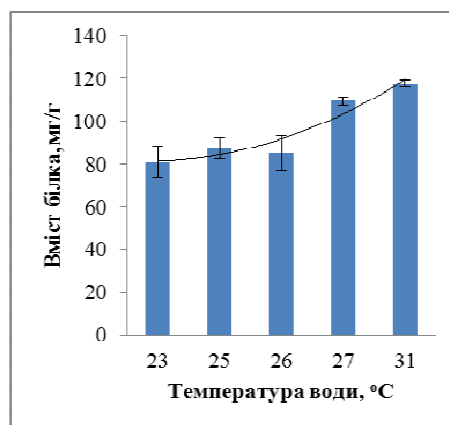


Рис. 10. Вміст білків в ембріонах коропа на стадії пігментація очей.

Для ембріонів коропа характерним є те, що на початкових стадіях ембріогенезу (кінець гаструлляції, початок відділення хвостового стебла) помітне різке зменшення кількості

загального білка по мірі підвищення температури води. Найвищий вміст білків був помічений при 25°C (105,29 мг/г), а при 30°C він був на 24,5% меншим (рис. 9).

На пізніх стадіях розвитку ембріонів коропа, помітна подібна залежність – найвищий вміст білків спостерігався при температурі 25–26°C – 96,67 мг/г, при підвищенні чи при зниженні температури води вміст білків знижується (рис. 10).

Це може свідчити про те, що температура в діапазоні 25–26°C є оптимальною для синтезу нових білків, які використовуються для адаптації організму.

На початкових стадіях розвитку ембріонів коропа рівень глікогену коливається в доволі вузьких межах. При чому найвищий його вміст встановлений при температурі 21°C – 37,5 мг/г, при 30°C цей показник був менше на 9,5% (рис. 11). Також не спостерігали різких коливань і на більш пізніх стадіях розвитку зародків (рис. 12). Це свідчить про те, що ембріони коропа цілком нормально розвивались в усьому діапазоні дослідженої температури. Проте, найоптимальнішою температурою є 25–26°C. З подальшим її підвищенням до 30°C і більше був помічений висока кількість аномалій ембріонального розвитку, що пояснюється підвищенням загальної швидкості метаболічних процесів та неспроможністю ембріонами вчасно і в достатній кількості синтезувати необхідні білки й глікоген. Нестача цих сполук на конкретній стадії розвитку й спричиняє утворення аномалій.

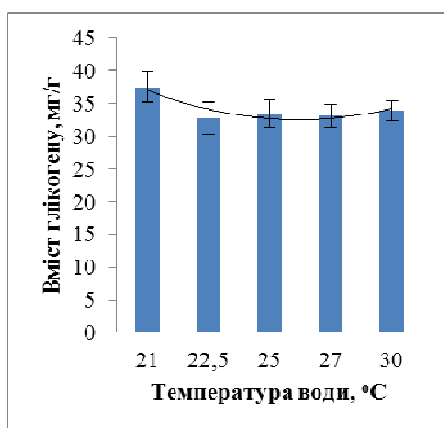


Рис. 11. Вміст глікогену в ембріонах коропа на стадії відділення хвоста.

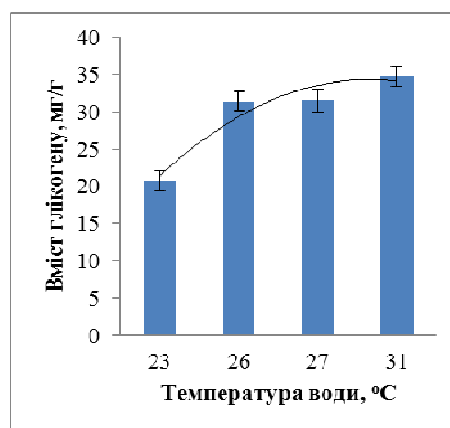


Рис. 12. Вміст глікогену в ембріонах коропа на стадії пігментація очей.

Висновки

Ембріони білого товстолобика більш чутливо реагують на підвищення температури води, ніж ембріони білого амура та коропа. При підвищенні температури з 23°C до 32°C на стадії очних бокалів зменшується вміст глікогену та білків в 2,2 та в 2,4 разів відповідно. Це свідчить про інтенсивну утилізацію цих енергоємних сполук в процесі адаптації ембріонів за підвищення температури. Крім того, при проходженні ембріонального розвитку білого товстолобика в умовах температури більш 31°C спостерігалось зменшення концентрації розчиненого кисню до 4,0–4,7 мг O₂/дм³. Разом з тим, за виживаністю та відсутністю значної кількості ембріопатів оптимальною температурою для проходження ембріогенезу білого товстолобика є 28–29°C за умов достатнього вмісту кисню у воді (вище за 5,0 мг O₂/дм³).

Ембріони білого амура краще, порівняно з ембріонами білого товстолобика, витримують значні підвищення температури води та зниження вмісту розчиненого кисню. Величини вмісту білків та глікогену більш стабільні в широкому діапазоні температур. Ембріони білого амура в процесі розвитку при 33°C та за умов високого насичення води киснем (6,5–7,4 мгO₂/дм³) почували себе в межах норми без появи значної кількості аномальних зародків. Встановлено, що за високим показником вмісту білка та глікогену в ембріонах температура води 29°C є найбільш сприятливою для цього виду риб.

При підвищенні температури води з 23°C до 31°C прискорюється проходження стадій розвитку ембріонів коропа та зростає кількість його аномальних зародків. За показниками вмісту білків та глікогену в ембріонах коропа, за їх виживаністю та відсутністю значної кількості ембріопатів, оптимальною температурою для ембріонального його розвитку є 25-26°C.

1. *Албертс Б.* Молекулярная биология клетки. 2-е изд. / Б. Албертс, Д. Брей, Д. Льюис и др. — М.: Мир, 1994. — Т. 1. — 465 с.
2. *Асатиани В. С.* Новые методы биохимической фотометрии / В. С. Асатиани. — М.: Наука, 1965. — 544 с.
3. *Бретт Дж.Р.,* Физиологическая энергетика / Дж. Р. Бретт, Т. Гроувс // Биоэнергетика и рост рыб. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. — 408 с.
4. *Бузлама В. С.* Методическое пособие по изучению процессов перекисного окисления липидов и состояние антиоксидантной системы защиты организма у животных / В. С. Бузлама. — Воронеж, 1997. — 415 с.
5. *Гилберт С.* Биология развития. / С. Гилберт. — М.: Мир, 1993. — Т. 1. — 228 с.
6. *Мещерякова О. В.* Сравнительная энзиматическая оценка углеводного обмена окуней *Perca fluviatilis* L. из водоемов с различным уровнем содержания гуминовых кислот / О.В. Мещерякова, А. Груздев, Н.Н. Немова // Известия РАН. Сер. биологическая. — 2004. — № 1. — С. 21—26.
7. *Немова Н. Н.* Биохимическая индикация состояния рыб / Н. Немова, Р. Высоцкая. — М.: Наука, 2004. — 215 с.
8. *Немова Н. Н.* Особенности динамики липидов в раннем развитии атлантического лосося *Salmo salar* L. / Н. Немова, З. Нефедова, С.Мурзина // Труды Карельского научного центра РАН. — 2014. — № 5. — С. 44—52.
9. *Романенко В.Д.* Основы гидроэкологии. / В.Д. Романенко. — К.: Генеза, 2004. — 664 с.
10. *Шатуновский М.И.* Эколого-физиологические подходы к периодизации онтогенеза рыб / М. Шатуновский // Экологические проблемы онтогенеза рыб: физиолого-биохимические аспекты. — М.: Изд-во МГУ, 2001. — С. 13—19.
11. *Allen R. G.* Oxidative stress and gene regulation / R.G. Allen, M. Tresini // Free Radikal Biol. Med.: В. — 2000. — Vol. 28. — № 3. — P. 463—499.
12. *Culbertson C. H.* A comparison of methods for the determination of dissolved oxygen in seawater / C.H. Culbertson, G. Knapp, R. Williams, F. Zemlyak. — WHP Office report. — WHPO—91—2, February 1991. [Updated 8/99].
13. *Drazen J. C.* Depth-related trends in metabolism of benthic and benthopelagic deep-sea fishes / J.C. Drazen, B. Seibel. — Limnol. Oceanogr. — 2007. — Vol. 52. — P. 306—316.
14. *Goolish E. M.* Aerobic and anaerobic scaling in fish / E.M. Goolish // Biological Reviews. — 1991. — Vol. 66. — P. 33—56.
15. *Guderley H.* Locomotor performance and muscle metabolic capacities: impact of temperature and energetic status / H. Guderley // Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol. — 2004. — Vol. 139. — P. 371—382.
16. *Hochachka P. W.* Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution. / P.W. Hochachka. — Oxford: Oxford University Press, 2002. — 356 p.
17. *Janauer G. A.* Aquatic Vegetation in River Floodplains: Climate Change Effects, River Restoration and Ecohydrology Aspects / G.A. Janauer // Climate Change. Inferences from Paleoclimate and Regional Aspectsp. — New York: Springir, 2012. — P. 149—156.
18. *Kamler E.* Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective / E. Kamler // Reviews in Fish Biol. And Fisheries.— 2002. — Vol. 12. — P. 79—103.
19. *Killian J. A.* The «double life» of membrane lipids / J. Killian, G. Van Meer // EMBO. — 2001. — Vol. 21. — P. 91—95.

А. Водяницкий, А. Потрохов, О. Зиньковский, Ю. Худияш

Институт гидробиологии НАН Украины

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО И КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И ГЛИКОГЕНА В ЭМБРИОНАХ КАРПОВЫХ РЫБ

Установлена интенсивная утилизация гликогена и белка эмбрионами белого толстолобика в процессе их адаптации к влияниям повышенной температуры. По выживаемости и отсутствию большого числа уродств, оптимальной температурой для прохождения эмбриогенеза этого вида, является 28–29°C. Эмбрионы белого амура лучше выдерживают повышение температуры воды и снижение концентрации растворенного кислорода. Показатели количества белка и

гликогена в ембріонах більш стабільні в широкому діапазоні температур, а оптимальною температурою для розвитку є 29°C. При підвищенні температури води, прискорюється ембріональне розвиток карпа, але при цьому збільшується кількість аномальних ембріонів. По показателям вмісту білка і гликогена в ембріонах, життєстійкості і відсутності великої кількості аномалій оптимальною температурою для розвитку карпа є 25–26°C.

Ключові слова: ембріогенез, білки, гликоген, температурний і кислородний режим, білий амур, білий толстолобик, карп

A. Vodianitskyi, A. Potrokhov, O. Zinkovskyi, Yu. Hudiyash

Institute of Hydrobiology of the NAofSci of Ukraine

EFFECTS OF FLUCTUATIONS IN TEMPERATURE AND OXYGEN REGIME RESERVOIRS ON THE PROTEIN AND GLYCOGEN OF CARP FISH EMBRYOS

The study reveals intensive utilization of glycogen and protein by white carp embryos in the process of adaptation to the effects of high temperatures. White carp embryos spend a significant amount of energy to adapt to increased temperatures, as evidenced by the reduction of a protein and glycogen. At the stage of eye-glasses, this trend is more pronounced and embryos at later stages of development are more vulnerable to the action of abiotic factors change in water environment than in the early stages of embryogenesis. Also, the water temperature rise above 31°C leads to the decrease of oxygen concentration to 4.0-4.7 mg/dm³, which in turn causes a drastic change of the metabolism of embryos. They are likely to use glycolysis to maintain energy balance. To survive and avoid embryopathy the optimum temperature to undergo embryogenesis of this type is 28-29°C.

Grass carp embryos withstand significant rise of water temperature and reduce the concentration of dissolved oxygen. The findings of the analysis prove that embryos are more stable over a wide temperature range. At the stage end of Gastrulation protein content in its embryos at 29°C was 1.5 times higher than at 20°C. This demonstrates a significant loss of protein at a higher temperature, conditions the most favourable for the existence of germs. At the stage of eye-glasses at a temperature of 29°C maximum protein content of 3.11 mg/g is observed. Grass carp embryos show considerable variation of glycogen content. The maximum value of glycogen is observed at the minimum and maximum temperature – 5 mg/g (20°C) and 4.31 mg/g (29°C) and the average range of temperature (21-25°C) glycogen values were within 3.27-3.64 mg/g. At the stage of eye-glasses a direct relationship between these indicators is established – the rise of temperature increases the amount of glycogen. Thus, at a temperature of 33°C, this indicator was 1.8 times higher than at 20.5°C. This may indicate a specific character of carbohydrate metabolism typical of grass carp embryos. Embryos may also be characterized by considerable adaptive capacity, when energy resources are used to a lesser extent even at high temperature (33°C), but only possible under conditions of sufficient oxygen saturation (6.5-7.4 mg/dm³). Obviously, 29°C is the best water temperature over the period of grass carp embryogenesis.

The temperature of water facilitates the embryonic development of carp, however, it may lead to the increased number of abnormal embryos. It is characteristic of carp embryos that the early stages of embryogenesis are marked by a dramatic decrease of total protein as temperature drops. The highest protein content was noticed at 25°C (105.29 mg/g), and at 30°C it was 24.5% lower. The later stages of embryo development demonstrate such a correlation – the highest protein content was observed at a temperature of 25-26°C – 96.67 mg/g, an increase or drop in water temperature decreases protein. This may indicate that the temperature range of 25-26°C is optimal for the synthesis of new proteins used as a building material. In the initial stages of embryo development the level of glycogen fluctuates slightly. Moreover, the highest content is set at 21°C – 37.5 mg/g at 30°C, the number was less than 9.5%. Also, the experiment shows no sharp fluctuations in the later stages of embryo development. It is to prove a healthy development of embryos under the entire range of investigated temperatures. However, its subsequent increase to 30°C or more led to the increased number of anomalies in embryonic development. This is due to the increase of the metabolic rate and sufficient quantities to synthesize proteins and glycogen. The lack of these compounds on a particular

stage of development causes the formation of anomalies. In conclusion, in terms of protein and glycogen the optimum temperature for embryonic development of carp is 25-26°C.

Key words: embryogenesis, proteins, glycogen, temperature and oxygen regime, carp, white carp, grass carp

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 26.10.2016

УДК 631.421+622.882

Г. А. ЗАДОРЖНАЯ

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
пр-т. Гагарина, 72, Днепр, 40010

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ТЕХНОЗЕМОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Исследована динамика пространственной неоднородности дерново-литогенной почвы на серо-зеленой глине по показателям твердости. Проведен экоморфический анализ растительности экспериментального участка. Путем неметрического многомерного шкалирования осуществлена ординация данных твердости почвы. Применен трехмерный вариант многомерного шкалирования. Взаимосвязь варьирования твердости почвы и факторов окружающей среды установлена при использовании фитоиндикационных шкал. С помощью техники пространственного анализа данных (PCNM) выделены элементы пространственной автокорреляции данных твердости почвы и определены процессы, лежащие в основе ее формирования.

Ключевые слова: твердость почвы, фитоиндикация, многомерное шкалирование

За последнее десятилетие объемы рекультивации техногенных ландшафтов по сравнению с нарушением земель сократились более чем в 2 раза, а ежегодные темпы восстановления нарушенных территорий снизились в 4,1 раза [27]. Общая площадь земель, нарушенных в результате добычи полезных ископаемых открытым способом и занятых под промышленные отходы в Украине достигает 270 тыс. га. До горных разработок они представляли собой плодородные черноземы, характерные для нашей климатической зоны. На данный момент – это почво-грунты на основе глин, вынесенных на дневную поверхность с разных глубин, затронутые почвообразовательным процессом в разной степени. Их хозяйственная пригодность, восстановление производительности, реконструкция, создание на месте "промышленных пустынь" новых культурных ландшафтов является предметом живой дискуссии в научном сообществе [3, 18, 27].

Рекультивационные почвы обладают высокой степенью неоднородности свойств [2, 8, 11]. Существование закономерной неоднородности почв на небольших пространствах является доказательством множественности строения и свойств почв и следствием разнонаправленного действия факторов почвообразования и особенно сложных и противоречивых взаимосвязей почвенного тела с растительностью и климатом [13, 22, 26, 32]. Наблюдаемая пространственная гетерогенность является результатом дополняющих друг друга причин экологического, биологического и исторического характера и проявляется на различных масштабных уровнях [45, 53]. Неоднородность почв в вертикальном направлении обусловлена удалением от поверхности и интенсивностью почвообразовательного процесса. Горизонтальную пространственную гетерогенность свойств почв связывают с мозаичностью строения биогеоценозов [1, 12]. Границы между элементарными единицами этой мозаики проводят по критерию смены растений-доминантов. На примерах почв бореальных лесов

показано, что в некоторых случаях они реалистично отражают изменение свойств почвы [14–17, 25]. Однако, жизнедеятельность растительного сообщества не единственный фактор неоднородности почв. Среди причин, формирующих гетерогенность почвенных условий, выделяют биотическую компоненту, гидротермические и литолого-геоморфологические факторы [10, 20, 28]. Многофакторность условий затрудняет выработку единого подхода к определению почвенной неоднородности и ее функциональных связей. Процедуры разграничения элементов неоднородности и их результаты сильно различаются в зависимости от того по какому признаку или свойству устанавливается неоднородность. Неоднородной почва может быть по кислотности, гранулометрическому и агрегатному составу, влажности, содержанию химических элементов и т.д. [21, 28, 43, 49, 63, 64, 69]. В зависимости от того, какими критериями пользоваться при установлении неоднородности почвенного пространства, границы могут обладать разными особенностями и проходить в различных местах. Поэтому наиболее эффективно при разграничении почвенного пространства в качестве критериев использовать интегральные характеристики почвенных свойств. Такие характеристики должны отражать композитные изменения почвенного пространства. Подобным свойством почвы является ее твердость. Твердость – высокоинформативный маркер, который отражает физическое состояние почвенного тела [6, 11, 21, 37]. Пространственное варьирование твердости почвы достоверно коррелирует с такими показателями как плотность сложения, электропроводность, проективное покрытие, фитомасса, агрегатный состав верхнего слоя грунта [2, 31]. Твердость зависит от влажности почвы, гранулометрического состава, содержания в почве органического вещества, состава поглощенных катионов [20]. Чрезмерное повышение твердости почвы изменяет структуру почвы и ее гидрологию за счет увеличения объемной плотности, разрушение агрегатов, уменьшения пористости, уменьшения аэрации и мощности инфильтрации, что приводит к эрозии и заболачиванию [54, 65, 48]. Растения и животные испытывают влияние твердости почвы, а также сами активно влияют на это свойство почвы [41, 51, 66]. Вышесказанное обуславливает перспективность использования твердости в почвенных и агрономических исследованиях [42, 47, 50, 62, 67].

Целью настоящей работы является выяснение влияния растительного покрова и факторов окружающей среды на формирование неоднородности техноземов по показателям твердости.

Материал и методы исследования

Сбор материала проводился в июне 2013 г. на участке рекультивации Никопольского марганцево-рудного бассейна в г. Орджоникидзе. Экспериментальный участок по изучению оптимальных режимов сельскохозяйственной рекультивации был создан 1968-1970 гг. на внешнем отвале Запорожского марганцево-рудного карьера. На данном участке были созданы искусственные эдафотопы двух типов. Первый – на спланированной смеси вскрышных пород с отсыпкой на их поверхность различных по мощности слоев черноземной массы. Второй представляет собой спланированные вскрышные породы толщиной 2 м, которые были вынесены из разных глубин. В качестве объекта данного исследования была выбрана дерново-литогенная почва на серо-зеленых глинах. Название почвы приведены по Л.В. Етеревской с соавт [5]. В настоящее время тип растительности представлен бобово-злаковой смесью и разнотравьем.

Опытный полигон представляет собой регулярную сетку, которая состоит из точек отбора проб, расстояние между которыми составляет 3 м и состоит из 7 трансект по 15 проб. Соответственно, его размеры составляют 42 м × 18 м.

Использован ручной пенетромтр Eijkelkamp [6, 8, 23, 42, 47]. Средняя погрешность результатов измерений прибора составляет ± 8%. Измерения твердости почвы сделаны конусом поперечного сечения 2 см² в каждой ячейке полигона.

Фитоиндикационные шкалы приведены по Я. П. Дидуку [4]. К эдафическим фитоиндикационным шкалам относятся показатели гидроморф (Hd), переменности увлажнения (fH), аэрации (Ae), режима кислотности (Rc), солевого режима (SI), содержания карбонатных солей (Ca), содержания усвояемых форм азота (Nt). К климатическим шкалам относят показатели терморегима (Tm), омброрегима (Om), криорегима (Cr) и континентальности климата (Kn). Помимо указанных, выделяется ещё шкала освещения (Lc), которую

характеризуют как микроклиматическую шкалу. Тепловые свойства почв индицируются шкалой терморегима, а гидротермические – шкалой омброрегима. Экоморфы растений приведены по А. Л. Бельгарду и В. В. Тарасову [29]. Ценоморфы представлены степантами, пратантами, псаммофитами, сильвантами и рудерантами. Степанты и сильванты составляют основную часть растительного покрова (76,51 и 16,39 % соответственно), поэтому именно эти экоморфы использованы как предикторы твердости почвы (переменные *St* и *Pr* – проективное покрытие соответствующих экоморф в %). Гигроморфы представлены ксерофитами (уровень влажности 1), мезоксерофитами (уровень влажности 2), ксеромезофитами (уровень влажности 3), мезофитами (уровень влажности 4), гигромезофитами (уровень влажности 5). Уровень влажности по гигроморфической структуре (*Hygr*) оценен как:

$$Hygr = \frac{\sum_{i=1}^{j=N} (i \times P_i)}{100},$$

где *i* – уровень влажности; *P_i* – проективное покрытие растений соответствующей гигроморфы.

Трофоморфы представлены олиготрофами (уровень трофности 1), мезотрофами (уровень трофности 2) и мегатрофами (уровень трофности 3). Уровень трофности по трофоморфической структуре (*Troph_B*) оценен как:

$$Troph_B = \frac{\sum_{j=1}^{j=N} (j \times P_j)}{100},$$

где *j* – уровень трофности; *P_j* – проективное покрытие растений соответствующей трофоморфы.

Гелиоморфы представлены гелиосциофитами (уровень освещения 2), сциогелиофитами (уровень освещения 3), гелиофитами (уровень освещения 4). Уровень освещения по гелиоморфической структуре (*Hel*) оценен как:

$$Hel = \frac{\sum_{z=1}^{z=N} (z \times P_z)}{100},$$

где *z* – уровень освещения; *P_z* – проективное покрытие растений соответствующей гелиоморфы.

При статистических расчетах использованы методы описательной статистики. Для снижения размерности пространства показателей твердости почвы было применено неметрическое многомерное шкалирование [24, 30, 33, 58]. При этом для получения наибольшей ранговой корреляции проводили выбор меры связи между объектами, а также предварительное преобразование первичных данных [57]. В качестве мер связи использовали следующие метрики: евклидова, манхеттеновская, Гувера, Брея-Куртиса, Кульчинского, Морисита, Горна-Морисита, биномиальная, Као, Жаккара, Маунфорда, Рауп-Крика, Канберра, Чао [60]. Использовали следующие варианты преобразования данных: извлечение логарифма, корня квадратного, χ-квадрат преобразование, трансформация Хеллинджера и висконсианская трансформация [6, 34].

Результаты исследований и их обсуждение

Средние значения твердости почвы увеличиваются с глубиной от $1,74 \pm 0,08$ МПа на поверхности до $7,09 \pm 0,16$ МПа на глубине 50 см вниз по профилю. Коэффициент вариации наивысший на поверхности (46,1 %) резко снижается до глубины 15 см и далее незначительно колеблется от 29,0 до 23,6 %. с углублением почти вдвое и на глубине 50 см (18,51 %) и на уровне 25–50 см остается достаточно стабильным, колеблясь в пределах 33,26–37,88 % (табл. 1).

Таблица 1

Описательные статистики твердости почвы

Расстояние от поверхности	Среднее, МПа	Доверительный интервал		CV, %
		- 95 %	+ 95 %	
0–5 см	1,74 ± 0,08	1,60	1,81	46,1
5–10 см	3,35 ± 0,12	3,19	3,48	36,7
10–15 см	4,60 ± 0,13	4,35	4,68	29,7
15–20 см	5,65 ± 0,16	5,45	5,73	29,0
20–25 см	6,10 ± 0,17	5,71	6,05	28,7
25–30 см	6,31 ± 0,15	6,11	6,40	24,1
30–35 см	6,42 ± 0,15	6,31	6,65	24,5
35–40 см	6,52 ± 0,16	6,34	6,72	24,6
40–45 см	6,77 ± 0,17	6,72	7,07	25,1
45–50 см	7,09 ± 0,16	6,83	7,23	23,6

В таблице 2 приведены результаты вычисления корреляции Спирмена с матрицами дистанций между сайтами отбора проб, установленными по твердости почвы и матрицами дистанций, найденными на основе факторов окружающей среды.

Таблица 2

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена матриц мер различия-подобия между сайтами отбора проб по твердости почвы и переменных окружающей среды

Метрика	Способ трансформации данных										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Эвклидова	0,26	0,31	0,31	0,26	0,32	0,31	0,26	0,30	0,31	0,31	0,33
Манхеттеновская	0,27	0,31	0,29	0,27	0,30	0,30	0,26	0,29	0,30	0,30	0,32
Гувера	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31
Брея-Куртиса	0,27	0,30	0,29	0,27	0,30	0,30	0,26	0,25	0,30	0,30	0,32
Кульчинского	0,27	0,31	0,30	0,27	0,31	0,31	0,26	0,26	0,30	0,30	0,32
Морисита	–	–	–	0,03	0,01	0,01	-0,09	-0,01	-0,07	-0,06	0,00
Горна-Морисита	0,26	0,31	0,32	0,26	0,33	0,32	0,26	0,27	0,32	0,31	0,33
Као	0,31	0,26	0,31	0,18	0,31	0,31	0,28	0,27	0,32	0,33	0,23
Жаккара	0,27	0,30	0,29	0,27	0,30	0,30	0,26	0,25	0,30	0,30	0,32
Моунфорда	–	–	–	–	–	–	–	0,03	–	–	–
Рауппа-Крика	–	–	–	–	–	–	–	0,00	–	–	–
Канберра	0,30	0,28	0,30	0,32	0,30	0,30	0,31	0,24	0,32	0,32	0,32
Чао	–	–	–	–	–	–	–	0,09	–	–	–
Махаланобиса	0,29	0,30	0,30	0,27	0,29	0,29	0,25	0,29	0,26	0,27	0,27

Условные обозначения: 1 – данные не трансформированы; 2 – логарифмированные данные; 3 – корень квадратный; 4 – данные, деленные на маргинальную сумму; 5 – данные, деленные на маргинальный максимум; 6 – данные, деленные на маргинальную сумму и умноженные на число ненулевых значений; 7 – нормализованные данные (маргинальная сумма квадратов значений равна 1); 8 – стандартизовано к диапазону 0–1; 9 – преобразование Хеллинджера; 10 – χ^2 -трансформация; 11 – висконсианская трансформация.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наибольшей корреляцией с факторами среды характеризуется матрица на основе Эвклидовой метрики с данными, предварительно подвергнутыми Висконсианской трансформации. При дальнейших вычислениях экспериментальные данные будут использоваться в преобразованном упомянутом способом виде.

Для определения степени сходства между исходной матрицей расстояний и расстояниями между точками вводится функция стресса. Стресс равен нулю обозначает полную тождественность сравниваемых матриц. Задача ординации сводится к подбору таких координат точек в новом пространстве, чтобы величина стресса между модельной и эмпирической матрицей была минимальной, а, соответственно, подобие матриц максимальным.

Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что трехмерный вариант многомерного шкалирования достаточен для точного отображения исходного массива данных твердости почвы, так как увеличение числа измерений выше указанного не приводит к существенному приросту точности отображения (рис. 1).

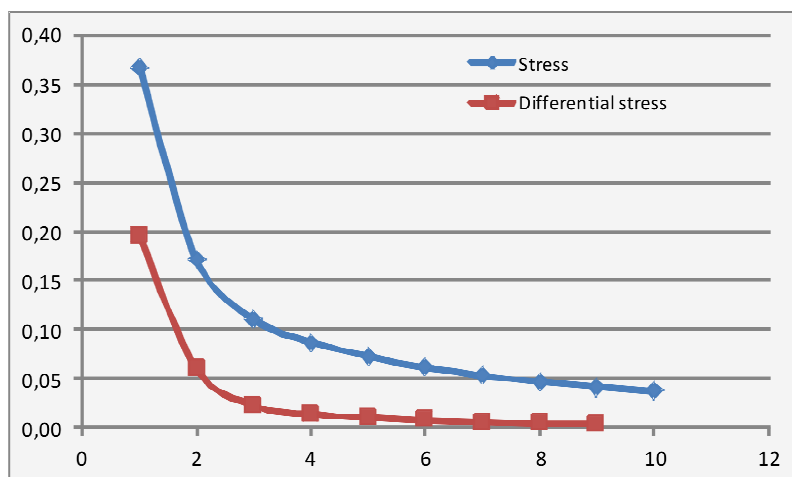


Рис. 1. Зависимость дифференциального стресса от числа измерений. Условные обозначения: ось абсцисс – число измерений; ось ординат – стресс (ось слева) и дифференциальный стресс (ось справа); стрелкой указана зона резкого перегиба линии дифференциального стресса.

Ординация данных твердости почвы проведена путем неметрического многомерного шкалирования. Интерпретация найденных измерений осуществляется на основе анализа матрицы средневзвешенных значений многомерных осей для показателей твердости почвы (табл. 3).

Таблица 3

Средневзвешенные значения многомерных осей для показателей твердости почвы (факторные веса)

Расстояние от поверхности	Многомерные шкалы		
	NMDS1	NMDS2	NMDS3
0–5 см	-5,10	2,57	-1,05
5–10 см	-2,65	0,69	0,64
10–15 см	-2,31	-2,86	0,95
15–20 см	0,68	-2,08	-0,66
20–25 см	0,46	-1,08	-0,36
25–30 см	1,27	0,34	1,91
30–35 см	0,88	1,06	1,33
35–40 см	2,04	1,18	0,67
40–45 см	1,15	0,23	-0,95
45–50 см	1,72	0,31	-2,71

Факторные веса позволяют ранжировать, упорядочить объекты (которыми в нашем случае является твердость почвы на разных глубинах) по каждой многомерной шкале и увидеть меру проявления измерения у отдельного исходного объекта. Чем больше факторный вес

некоторого объекта (по модулю), тем больше в нем проявляется та сторона явления или та закономерность, которая отражается данным фактором.

Многомерная ось MDS1 обособляет блок отрицательных значений соответствующий уровню от 0 до 15 см вглубь и противопоставляет им положительные величины весов, соответствующих слоям, расположенным ниже 15 см. Прослеживается закономерное увеличение значения многомерной шкалы с увеличением расстояния от поверхности. MDS2 отражает противоположные явления в строении почвы выше и ниже уровня 25 см от поверхности. Многомерная шкала NMDS3 выделяет такие условия, при которых твердость почвы в слоях 0–5, 15–25 и 40–50 см подобна между собой, но отличается от твердости в слоях 5–15 и 25–40 см от поверхности. Наиболее значимые веса в первом и втором измерении соответствуют поверхностному слою почвы (0–5 см). Третье измерение выделяет как наиболее значимое строение слоя 45–50 см.

В таблице 4 отображено распределение информационной значимости между многомерными осями. Доля дисперсии изучаемого признака объяснена фитоиндикационными шкалами.

Таблица 4

Доля объясненной фитоиндикационными шкалами дисперсии осей и распределение информационной значимости между многомерными шкалами

Фитоиндикационные шкалы	NMDS1	NMDS2	NMDS3	r^2	Pr(>r)	Коды значимости
Hd	-0,55	-0,77	-0,33	0,14	0,00	**
ffl	0,52	-0,68	0,52	0,11	0,01	**
Rc	-0,97	-0,07	0,25	0,21	0,00	***
Sl	-0,17	0,65	-0,74	0,18	0,00	***
Ca	0,02	-0,05	-1,00	0,10	0,01	*
Nt	-0,74	0,47	-0,48	0,47	0,00	***
Ae	0,09	0,02	-1,00	0,06	0,07	.
Tm	-0,34	-0,57	-0,74	0,19	0,00	***
Om	0,04	0,92	0,39	0,17	0,00	***
Kp	-0,93	-0,36	0,10	0,17	0,00	***
Cr	-0,27	-0,13	0,95	0,05	0,12	
Lc	0,02	-0,53	-0,85	0,13	0,00	**
Hygr	0,81	0,57	0,16	0,40	0,00	***
Troph_B	-0,66	0,55	-0,52	0,42	0,00	***
St	-0,88	-0,21	0,42	0,23	0,00	***
Pr	0,88	0,21	-0,42	0,23	0,00	***
Hel	0,80	-0,30	0,52	0,21	0,00	***

Примечание: Коды значимости: ‘***’ – <0,001; ‘**’ – <0,01; ‘*’ – <0,05.

Статистически значимые фитоиндикационные шкалы описывают от 6 до 42 % вариабельности многомерных измерений. Каждое измерение распределяет исследуемые объекты вдоль некоторого экологического тренда, который можно интерпретировать в терминах одного или нескольких преобладающих коррелятивных признаков. Эти тренды имеют сложную композитную природу и образуют определенную структуру, отражающую наиболее существенные черты изучаемой системы. Такая модель дает возможность вычислять вклады факторов внешней среды в общую дисперсию. Чем выше доля вклада, тем более существенным является фактор для определения смысла измерения.

Для формирования первой ординационной оси значение имеет режим кислотности почвенного раствора. Эта ось описывает распределение в растительном сообществе изученного участка степантов, пратантов и гелиоморф. Наиболее высокое значение в формировании NMDS2 имеет шкала омброклимата. Наибольшая доля объясненной дисперсии многомерной оси NMDS3 принадлежит фитоиндикационной шкалам режима аэрации почвы и содержания карбонатных солей. Во всех трех измерениях коэффициенты представленности в растительном сообществе степантов и пратантов имеют противоположные знаки.

Данные, представленные в таблице 4, дают общее представление о взаимодействии изучаемого свойства почвы и формирующих его внешних факторов как о линейной системе. Векторы экологических факторов и их изолинии в пространстве осей многомерного шкалирования дают возможность сравнить масштабность эффектов воздействия экологических факторов на распределение изучаемого почвенного свойства (рис. 2).

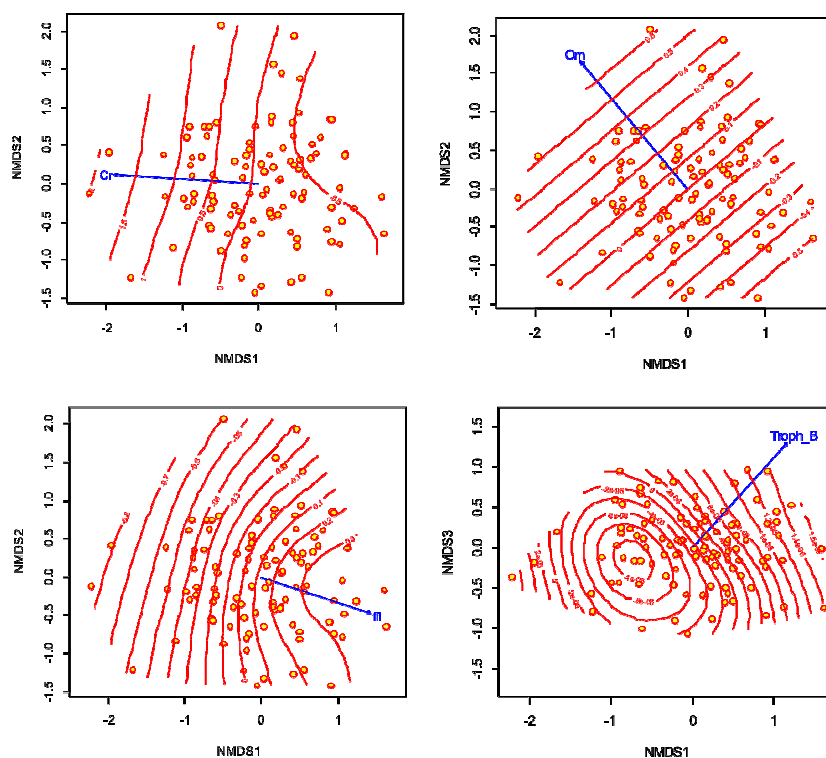


Рис. 2. Векторы экологических факторов (режим кислотности, содержание карбонатных солей, аэрация и омброрежим) и их изолинии в пространстве осей многомерного шкалирования

Для определения наличия пространственной структуры почвенного строения и выделения процессов, лежащих в их основе, применена техника пространственного анализа данных – метод главных координат матрицы соседства (PCNM – *principal coordinates of neighbor matrices*). Она основана на построении модифицированной усеченной матрицы расстояний между точками отбора проб, анализа ее главных координат [40]. и отбора PCNM-переменных, наилучшим образом описывающих изучаемые свойства объекта исследования [39, 45].

В процессе PCNM-анализа было выделено 55 PCNM-переменных, которые отвечали позитивным индексам Морана. С помощью прямого выбора (*forward selection*) были установлены 7 наиболее информативных PCNM-переменных, которые описывают 17, 69 % варибельности шкал ($F = 3,034$, $p = 0,037$). Фракционирование вариации позволило установить, что факторы среды и пространственные факторы описывают 76 % варибельности шкал (рис. 3). Из них уникальная средовая компонента описывает 47 % варибельности твердости почвы, уникальная пространственная компонента составляет 2 %. Пространственно коррелированные факторы среды описывают 27 % варибельности многомерных шкал твердости. Остаток в 24 % описывает варибельность, зависящую от факторов, которые не учтены в нашем эксперименте.

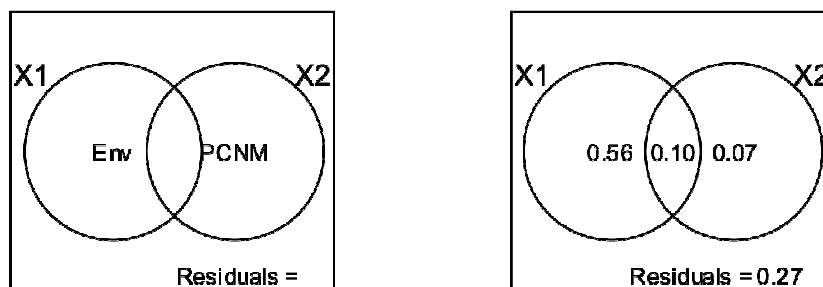


Рис. 3. Фракционирование вариации многомерных шкал с помощью факторов среды и пространственных переменных

Пространственные переменные были разделены на компоненты: широкомасштабную (переменные 2, 4, 8, 10) и детальномасштабную (11, 17, 47). Для каждого подмножества PCNM-переменных выделены канонические оси, пространственная изменчивость которых представлена на рисунке 4. Это совокупный результат, обрисовывающий формы почвенной неоднородности на разных масштабных уровнях.

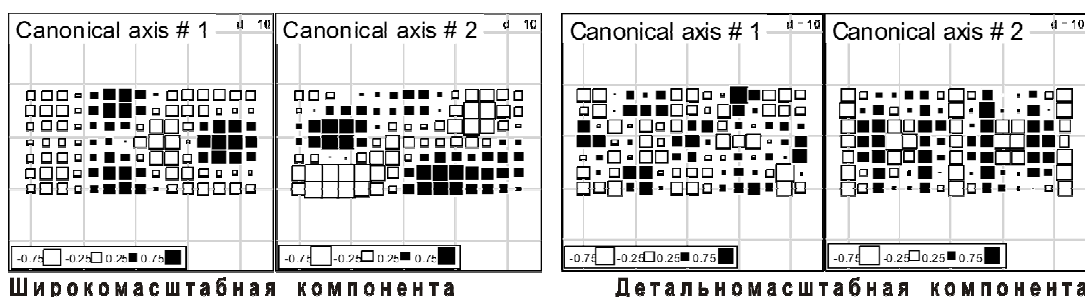


Рис. 4. Пространственное размещение канонических осей широкомасштабных и детальномасштабных компонент.

Таблица 5

Регрессионный анализ связи канонических осей, отображающих паттерны пространственной изменчивости твердости почвы на различных пространственных уровнях, с факторами среды

Фитоиндикационные шкалы	Крупномасштабная компонента $R^2_a = 0,187$				Детальномасштабная компонента $R^2_a = 0,139$			
	Регрессионный коэффициент	Стандартная ошибка	t значение	p-уровень	Регрессионный коэффициент	Стандартная ошибка	t значение	p-уровень
Hd	-0,12	0,12	-1,00	0,32	0,05	0,15	0,32	0,75
ffl	0,20	0,12	1,69	0,10	-0,12	0,15	-0,78	0,44
Rc	-0,05	0,11	-0,46	0,65	-0,03	0,13	-0,23	0,82
Sl	-0,09		-0,73	0,46	0,09	0,15	0,61	0,54
Ca	0,14	0,10	1,33	0,19	-0,01	0,13	-0,09	0,93
Nt	-0,03	0,13	-0,23	0,82	0,13	0,16	0,83	0,41
Ae	0,07	0,11	0,69	0,49	0,01	0,14	0,04	0,97
Tm	-0,10	0,12	-0,77	0,45	-0,24	0,16	-1,57	0,12
Om	-0,05	0,11	-0,44	0,66	-0,11	0,13	-0,86	0,39
Kp	-0,24	0,14	-1,68	0,10	-0,22	0,18	-1,25	0,22
Cr	0,05	0,12	0,47	0,64	0,02	0,15	0,12	0,91
Lc	0,01	0,11	0,12	0,90	0,18	0,14	1,26	0,21
Hygr	0,11	0,14	0,78	0,44	0,10	0,17	0,56	0,57
Troph_B	0,22	0,12	1,73	0,09	-0,41	0,16	-2,65	0,01
St	-5,59	1,98	-2,82	0,01	7,89	2,48	3,18	0,00
Pr	-5,34	1,98	-2,70	0,01	7,88	2,48	3,18	0,00
Hel	-0,07	0,13	-0,55	0,58	-0,08	0,16	-0,48	0,63

Для выяснения характера связи канонических осей, отображающих паттерны пространственной изменчивости твердости почвы на различных пространственных уровнях, с факторами среды, был проведен регрессионный анализ (табл. 5). Он описывает 18,7 % варибельности канонических осей широкомасштабной компоненты изменчивости. Значительными регрессионными коэффициентами характеризуются шкалы ffl , $Troph_B$ (позитивные коэффициенты) и Kn , St , Pr , (отрицательные коэффициенты). Значительными регрессионными коэффициентами для детальномасштабной компоненты изменчивости характеризуются шкалы St , Pr (положительные коэффициенты) и $Troph_B$ (отрицательный коэффициент). Формирование этой компоненты детерминировано факторами внешней среды на 13,9 %.

В результате наших исследований установлено наличие закономерного строения чернозема и его связи с экологическими факторами. Для этих целей был проведен экоморфический анализ растительности. Его суть состоит в определении экологических режимов экотопа на основе реакции видов растений. Изменение присутствия и обилия видов используют как интегрированную оценку реакции влияния прямодействующих факторов среды [10, 19]. Такой подход основывается на том, что характеристика экотопа представлена набором экологических режимов по основным факторам среды (водобеспеченности, кислотности, трофности, освещенности, температурному режиму и т.д.). Определение непосредственным измерением соответствующих показателей – это весьма трудоемкая работа, требующая значительного числа измерений и проверки степени динамичности параметров. Метод фитоиндикации позволяет избежать этих трудностей. Правомочность применения таких шкал для характеристики экологических режимов доказана большим количеством работ [4, 9, 46]. В них показано, что имеет место корреляция между непосредственным измерением фактора и его балловой оценкой по экологическим шкалам. Более того, установлено, что фитоиндикационные шкалы относительно почвенных свойств обладают большей индикативностью, чем прямое измерение параметров окружающей среды [6]. В нашем исследовании они выступают как связующее звено между структурой растительности и твердостью почвы.

Данные твердости почвы были подвергнуты процедуре многомерного шкалирования. Многие эксперты признают, что этот метод дает наиболее адекватные результаты, особенно в больших блоках материала с сильными шумами (случайными отклонениями) [24, 30, 33, 58, 61]. Суть его состоит в снижении размерности пространства для отображения исходного многомерного массива данных. Для этого может быть выбрана некоторая мера, которая определяет расстояние между рассматриваемыми объектами. Алгоритм моделирует размещение точек в некотором n -мерном пространстве таким образом, чтобы расстояния между точками в n -мерном пространстве были как можно ближе к расстояниям, определенным для m -мерного пространства, где m – число изучаемых объектов. При этом n – число ординационных осей, или шкал, – заведомо невелико, т.е. $m > n$. В результате количество информационно важных измерений становится меньше, а шкалы получают свойства композиционности.

В нашем случае информационная ценность для диагностики факторов внешней среды переходит от данных твердости почвы как самостоятельных источников информации к осям экологического пространства. В процессе многомерного шкалирования эти оси отображаются измерениями. Процедура предполагает вычисление ранговой корреляции матриц дистанций между сайтами измерения твердости и матриц дистанций, установленными на основе факторов окружающей среды. В качестве факторов окружающей среды в нашем исследовании выступают оценки эдафотопа и климатопа, выраженные через фитоиндикационные шкалы.

В результате исследования показаны закономерности в распределении показателей твердости почвы. Одним из характерных вариантов строения профиля является случай, когда твердость почвы на уровне 0–15 см от поверхности отличается от твердости нижерасположенных слоев. Формирование таких условий связано с режим кислотности почвенного раствора. При этом представленность пратантов и степантов в растительном сообществе носит противоположный характер, что достаточно логично. Контрастность по

признаку твердости почвы, расположенной выше и ниже уровня 25 см, сопряжена с таким фактором как омброклимат. Климатические факторы не меняет свою интенсивность на характерных для данного экспериментального участка расстояниях и, следовательно, оказывают не дифференцирующее, а нивелирующее воздействие на почву. Однако, климат в числе других факторов, задает набор возможных на данной территории составляющих почвы, воздействуя как прямо, так и опосредованно через другие факторы. Корреляции климатических шкал могут быть результатом согласованных трендов растительного сообщества, инициированных эдафической компонентой [6]. Еще одной закономерностью в строении почвы является случай, когда интенсивность твердости при движении вниз по профилю меняется несколько раз. Внешними факторами, связанными с этими условиями, являются аэрация почвы и содержание карбонатных солей.

Зависимость полученных данных от влияния изученных экологических факторов не одинакова. Изображение векторов экологических факторов и их изолиний в пространстве осей многомерного шкалирования позволяет сравнить размерность эффектов. Такой фактор как омброклимат для почвы изученного участка влияет на формирование неоднородности большого масштаба. В то же время кислотность почвы, содержание карбонатных солей и особенно аэрация оказывают воздействие на формирование закономерностей строения с длинной волны меньшей, чем размеры экспериментального полигона. Различная масштабность эффектов экологических факторов отмечена и в других работах [39, 40, 45].

Как установлено, факторы окружающей среды (в том числе и эдафические характеристики, являющиеся для свойства твердости внешними) оказывают влияние на пространственную вариацию твердости почвы. Однако, вариация, которая полностью отнесена только лишь к переменным, зависимым от среды, может случайно отражать паттерны, действительно возникающие вследствие нейтральных процессов [36, 59]. Пространственная автокорреляция не может быть объяснена факторами среды и относится к результату действия нейтральных механизмов [52, 56, 68]. Фракционирование вариации [38, 56] позволило разделить всю совокупность предикторов на индивидуальные и комбинированные компоненты, выяснить степень их корреляции с изменчивостью твердости почвы. Изменчивость, обусловленная внешними предикторами, содержит как индивидуальные, так и комбинированные компоненты, которые в совокупности описывают 54 % вариации. Вариабельность признака, обусловленная внутренними закономерностями почвенного строения, носящими нейтральный характер, взаимодействуя с факторами окружающей среды, объясняет 29 % неоднородности. Регрессионный анализ связи канонических осей, отображающих паттерны пространственной изменчивости твердости почвы с факторами среды, определил роли предикторов для механизмов формирования почвенного строения на разных масштабных уровнях. Из изученных факторов внешней среды наиболее значимыми для формирования широкомасштабной вариации пространственной изменчивости твердости являются переменность увлажнения и термоклимат. Как широкомасштабные так и детальномасштабные пространственные вариации твердости почвы зависят от структуры растительного покрова, а именно представленности в нем трофоморф растений, степантов и пратантов. Такой результат может отражать различную испаряющую способность разных форм растений и, соответственно, иссушение почвы в результате десукции.

В нашем исследовании для анализа строения почвы был использован алгоритм, применяемый для анализа структуры сообществ живых организмов [7]. Результаты исследования позволяют говорить о наличии адаптивных процессов в почве и правомерности применения подобных методик относительно этого объекта исследования. Почва как компонент биогеоценоза проявляет морфологическое и функциональное соответствие другим его составляющим. Процессы приобретения почвой закономерного строения детерминированы внешними и внутренними причинами, что обрисовывает своеобразную «экологическую нишу» для элементов почвенного строения [8]. Варьирование свойств среды частично объясняет наблюдаемые пространственные паттерны. Однако существуют элементы организации, возникновение которых обусловлено внутренней согласованностью почвенного тела. Взаимодействие внутренней динамики свойства с динамикой, предопределенной

климатическими, эдафическими и биологическими причинами, повышает уровень организованности в явлениях почвенного строения.

Выводы

1. При превентивном преобразовании первичных данных и выборе меры связи между объектами и установлено, что наибольшей корреляцией с факторами среды характеризуется матрица на основе Евклидовой метрики с данными, предварительно подвергнутыми Висконсианской трансформации.
2. Применен трехмерный вариант многомерного шкалирования, так как увеличение числа измерений выше трех не приводит к существенному приросту точности отображения.
3. Многомерная ось NMDS1 маркирует условия, отличающие твердость почвы в слоях 0–15 см от тех, что расположены выше и ниже выделенного блока. NMDS2 отражает противоположные явления в строении почвы выше и ниже уровня 25 см. Многомерная шкала NMDS3 выделяет такие условия, при которых твердость почвы в слоях 0–5, 15–25 и 40–50 см подобна между собой, но отличается от твердости в слоях 5–15 и 25–40 см от поверхности. Наиболее значимые веса в первом и втором измерении соответствуют поверхностному слою почвы (0–5 см). Третье измерение выделяет как наиболее значимое строение слоя 45–50 см.
4. Статистически значимые фитоиндикационные шкалы описывают от 6 до 42 % вариабельности многомерных измерений. Для формирования первой ординационной оси значение имеет кислотность почвенного раствора. Эта ось описывает распределение в растительном сообществе изученного участка степантов и пратантов с противоположными знаками. Наиболее высокое значение в формировании NMDS2 имеет шкала омброклимата. Наибольшая доля объясненной дисперсии многомерной оси NMDS3 принадлежит фитоиндикационной шкалам аэрации почвы и содержания карбонатных солей.
5. При фракционировании вариации твердости почвы изученного участка установлено, что факторы внешней среды определяют 47 % общей вариабельности полученных данных. PCNM-переменные описывают 2 % варьирования показателей твердости почвы, а взаимодействие пространственных паттернов с факторами внешней среды – 27 % изменчивости признака. При этом из изученных факторов внешней среды наиболее значимыми для формирования широкомасштабной вариации пространственной изменчивости твердости являются переменность увлажнения и термоклимат. Как широкомасштабные так и детальномасштабные пространственные вариации твердости почвы зависят от структуры растительного покрова, а именно представленности в нем трюфоморф растений, степантов и пратантов.

1. *Бобровский М. В.* Роль средообразующей деятельности ключевых видов почвенной фауны в формировании структуры почв / М. В. Бобровский // Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — С. 40—48.
2. *Бондарь Г. А.* Экологическая структура растительного покрова, сформированного в результате самозарастания дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках / Г. А. Бондарь, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2011. — № 1. — С. 54—62.
3. *Ворон Е. А.* Свойства создаваемой почвы при послыйной горнотехнической и биологической рекультивации / Е. А. Ворон // Науковий вісник НГУ. — 2010. — № 5. — С. 23—28.
4. *Дидух Я. П.* Сравнительная характеристика фитоиндикационных экологических шкал (на примере шкал терморезима и эдафических) / Я. П. Дидух, П. Г. Плюта // Экология, 1994. — № 2. — С. 34—43.
5. *Стеревська Л. В.* Рекультивовані ґрунти: підходи до класифікації і систематики / Л. В. Стеревська, Г. Ф. Момот., Л. В. Лехцієр // Ґрунтознавство, 2008. — Т. 9, № 3. — С. 147—150.
6. *Жуков А. В.* ГИС-подход для оценки влияния обычных и сдвоенных колес на твердость почвы / А. В. Жуков // Біологічний вісник МДПУ, 2015, № 3. — С. 73—100.
7. *Жуков А. В.* Экоморфическая организация сообществ мезопедобионтов дубняка со свежим разнотравьем на арене р. Днепр / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, В. А. Новикова // Известия Харьковского энтомологического общества — 2015. — Т. XXIII, Вып. 2. — С. 39—53.

8. Жуков О. В. Екоморфична організація ґрунтового тіла: геостатистичний підхід / О. В. Жуков, Г. О. Задорожна // Біологічні Студії / *Studia Biologica* — 2015. — Т. 9, № 3–4. — С. 119–128.
9. Загульнова Л. Б. Пространственная структура биогеоценологического лесного покрова / Л. Б. Загульнова, Н. В. Лукина, Е. В. Тихонова // В. кн.: Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — С. 10–19.
10. Загульнова Л. Б. Фитоиндикация экологических режимов в малом бассейне / Л. Б. Загульнова, Е. В. Тихонова // Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — С. 156–158.
11. Задорожна Г. О. Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах / Г. О. Задорожна // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. — 2012. — № 1. — С. 48–57.
12. Карпачевский Л. О. Почвенный покров и парцеллярная структура лесного биогеоценоза / Карпачевский Л. О., Зубкова Т. А., Ташнинова Л. Н., Руденко Р. Н. // Лесоведение, 2007. — № 6. — С. 107–113.
13. Козловский Ф. И. Теория и методы изучения почвенного покрова / Ф. И. Козловский. — М.: ГЕОС, 2003. — 536 с.
14. Лукина Н. В. Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения / Н. В. Лукина, В. В. Никонов. — Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1996. — 4.1. — 213 с. — 4.2. — 192 с.
15. Лукина Н. В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. / Н. В. Лукина, В. В. Никонов. — Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1998. — 316 с.
16. Лукина Н. В. Пространственная изменчивость кислотности А L-Fe-гумусовых подзолов / Лукина Н. В., Горбачева Т. Т., Никонов В. В., Лукина М. А. // Почвоведение, 2002, № 2. — С. 163–176.
17. Лукина Н. В. Кислотность и питательный режим почв еловых лесов / Лукина Н. В., Никонов В. В., Исаева Л. Г. // Коренные еловые леса: биоразнообразие, структура, функции. — СПб.: Наука, 2006. — С. 215–253.
18. Масюк Н. Т. Рациональное использование насыпного слоя почвы на участках рекультивации в черноземной зоне / Н. Т. Масюк, Н. Е. Бекаревич // Освоение нарушенных земель. — М.: Наука, 1976. — С. 112–150.
19. Матвеев Н. М. Оптимизация системы екоморф растений А.Л. Бельгарда в целях индикации экотопа и биотопа / Н. М. Матвеев // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Біологія, Екологія, 2003. — Т. 2, Вип. 11. — С. 105–113.
20. Медведев В. В. Твердость почвы / В. В. Медведев. Харьков: изд-во КП «Городская типография», 2009. — 152 с.
21. Медведев В. В. Неоднородность агрохимических показателей почвы в пространстве и во времени / В. В. Медведев, А. И. Мельник // Агрохимия, 2010. — № 1. — С. 20–26.
22. Михеева И. В. Пространственные флуктуации и вероятностно-статистические распределения свойств каштановых почв Кулундинской степи / И. В. Михеева // Почвоведение, 2005. — № 3. — С. 316–327.
23. Моисеев К. Г. Расчет плотности дерново-подзолистых почв по диаграммам / К. Г. Моисеев // Почвоведение, 2013. — № 10. — С. 1228–1233.
24. Новаковский А. Б. Методы ординации в современной геоботанике / А. Б. Новаковский // Вестник ин-та биол. Коми НЦ УрО РАН, 2008. — № 10 (132). — С. 2–8.
25. Орлова М. А. Влияние ели на пространственную изменчивость кислотности подзолов северотаежных лесов / М. А. Орлова, Н. В. Лукина, В. В. Никонов // Лесоведение, 2003. — № 6. — С. 3–11.
26. Пліско І. В. Дослідження просторової неоднорідності ґрунтів Михайлівської цілини / Пліско І. В., Трускавецький С. Р. // Вісник ЦЗН АПВ Харківської області. — 2010, Вип. 9. — С. 217–224.
27. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография [Демидов А. А., Кобец А. С., Грицан Ю. И., Жуков А. В.] — Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. — 560 с.
28. Самсонова В. П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: На примере дерново-подзолистых почв / В. П. Самсонова. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 160 с.
29. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей / В. В. Тарасов. — Видання друге. Доповнене та виправлене. Д.: „Ліра”, 2012. — 296 с.
30. Толстова Ю. Н. Основы многомерного шкалирования / Ю. Н. Толстова. — М.: КДУ, 2006. — 160 с.
31. Трифанова Н. В. Вплив колонії сірої чаплі на целюлозолітичну активність ґрунту / М. В. Трифанова, Г. О. Задорожна, Ю. О. Жукова // Вісник Львівського національного університету ім. Івана Франка. Серія біологічна, 2014. — Вип. 65. — С. 245–254.
32. Шейн Е. В. Пространственная неоднородность свойств на различных иерархических уровнях — основа структуры и функций почв / Е. В. Шейн, Е. Ю. Милановский // Масштабные эффекты при исследовании почв. — М.: МГУ, 2001. — С. 47–61.

33. Шитиков В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. — Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. — 463 с.
34. Штирц А. Д. Пространственная организация сообщества панцирных клещей (Acari: oribatida) в почве сельскохозяйственного поля в условиях степной зоны Украины / А. Д. Штирц, Г. А. Задорожная, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Известия Харьковского энтомологического общества. — Харьков, 2013. — Т. XXI, Вып. 1. — С. 49—60.
35. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову [Раменский Л. Г. Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипов Н. А.] — М.: Сельхозгиз, 1956. — 472 с.
36. Anderson M. J. Navigating the multiple meanings of b diversity: a roadmap for the practicing ecologist / M. J. Anderson // Ecology Letters, 2011. — Vol. 14. — P. 19—28.
37. Bayhan Y. Effect of soil compaction on sunflower growth. / Y. Bayhan, B. Kayisoglu, E. // Gonulol Soil and Tillage Research, 2002. — Vol. 68. — P. 31—38.
38. Borcard D. Partialling out the spatial component of ecological variation / D. Borcard, P. Legendre, P. Drapeau // Ecology, 1992. — Vol. 73. — P. 1045—1055.
39. Borcard D. Dissecting the spatial structure of ecological data at multi-ple scales / D. Borcard, P. Legendre, C. Avois-Jacquet, H. Tuosimoto // Ecology, 2004. — Vol. 85. — P. 1826—1832.
40. Borcard D. Environmental control and spatial structure in ecological communities: an example using oribatid mites (Acari, Oribatei) / D. Borcard, P. Legendre // Environmental and Ecological Statistics, 1994. — Vol. 1. — P. 37—61
41. Capowiez Y. Experimental evidence or the role of earthworms in compacted soil regeneration based on field observations and results from a semi-field experiment / Capowiez Y, Cadoux S, Bouchand P, Roger-Estrade J, Richard G, Boizard H. // Soil Biology and Biochemistry, 2009. — Vol.41(4). — P. 711—717.
42. Cecilia M. Soil penetration resistance analysis by multivariate and geostatistical methods / M. Cecilia, H. C. Jesus, C.A. Cortes // Eng. Agric. Jaboticabal, 2012. — Vol. 32 (1). — P. 91—101.
43. Clemens J. Spatial variability of N₂O emissions and soil parametrs of sn arable silt loam – a field study / Clemens J., Schillinger M.P., Golodbach H., Huwe B. // Biol. Fert. Soils., 1999. — Vol. 28. № 4. — P. 403—406.
44. Didukh Ya. P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya. P. Didukh. — Kyiv: Phytosociocentre. — 2011. — 176 p.
45. Dray S. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM) / S. Dray, P. Legendre, P. Peres-Neto // Ecol Model, 2006. — Vol. 196. — P. 483—493.
46. Ertsen A.C.D. Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands / A.C.D. Ertsen, J.R.M. Alkemade, M. J. Wassen // Plant Ecol. — 1998. — Vol. 135. — P. 113—124.
47. Grunwald S. Soil layer models created with profile cone penetrometer data / Grunwald S., McSweeney, K., Rooney, D.J., Lowery, B. // Geoderma, 2001. — Vol. 110(1–2). — P. 181—201.
48. Godefroid S. Interspecific variation in soil compaction sensitivity among forest floor species / S. Godefroid, N. Koedam // Biological Conservation, 2004. — Vol. 119, 207—217.
49. Goncalves A. C. A. Estabilidade temporal da especial da umidade do solo em area irrigate por vivo central / A. C.A. Goncalves, M. V. Folegatti, A.P. Silva // Rev. Brasil. Cienc. Solo, 1999. — Vol. 23, № 1. — P. 155-164.
50. Hamza, M. A. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions / M. A. Hamza, W. K. Anderson // Soil Till. Res., 2005. — Vol. 82(2). P. 121—145.
51. Horsák M. Plant indicator values as a tool for land mollusc autecology assessment / M. Horsák, M. Hájek, L. Tichý, L. Juříčková // Acta Oecologica, 2007. — Vol. 32(2). — P. 161—171.
52. Hu Y.-H. The environment, not space, dominantly structures the landscape patterns of the richness and composition of the tropical understory vegetation / Y.-H. Hu, D.Y. Sheng, Y.Z. Xiang, Z.J. Yang, D.P. Xu, N.N. Zhang, L.L. Shi // PLoSONE, 2013. — Vol. 8(11). — P. 1.
53. Jiménez Juan J. Dissecting the multi-scale spatial relationship of earthworm assemblages with soil environmental variability / Jiménez Juan J., Decaëns T., Lavelle P., Rossi J. // BMC Ecology, 2014. — V. 14. — P. 26—45.
54. Kozłowski T.T. Soil compaction and growth of woody plants. / T.T. Kozłowski // Scandinavian Journal of Forest Research, 1999. — № 14, 596—619.
55. Legendre P. Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? / P. Legendre // Ecology, 1993. — Vol. 74(6). — P. 1659—1673.
56. Legendre P. Partitioning beta diversity in a subtropical broadleaved forest of China / Legendre P., Mi X., Ren H., Ma K., Yu M., Sun I.-F., He F. // Ecology, 2009. — Vol. 90. — P. 663—674.
57. Legendre P. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data / P. Legendre, E. D. Gallagher // Oecologia, 2001. — Vol. 129. — P. 271—280.

58. *Minchin P. R.* An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination / P. R. Minchin // *Vegetatio*, 1987. — Vol. 67. — P. 1167—1179.
59. *Murphy S. J.* Species associations structured by environment and land-use history promote beta-diversity in a temperate forest / Murphy S. J., Audino L. D., Whitacre J., Eck J. L., Wenzel J. W., Queenborough S. A., Comita L. S. // *Ecology*, 2015. — Vol. 96(3). — P. 705—715.
60. *Oksanen J.* Community Ecology Package. R package version 2.0-2. / Oksanen J, Blanchet F. G., Kindt R., Legendre P., P. & all. // 2011. — <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
61. *Prentice I. C.* Non-metric ordination methods in ecology / I. C. Prentice // *Journal of Ecology*, 1977. — Vol. 65. — P. 85—94.
62. *Ramires-Lopez L.* Variabilidad espacial de atributos físicos de un Typic Haplustox de los Llanos Orientales de Colombia / Ramires-Lopez L., Reina-Sanchez A., Camacho-Tamayo J.H. // *Eng. Agric., Jaboticabal*, 2008. — Vol. 28(1). — P. 55—63.
63. *Selles F.* Relationships between biological and chemical measures of N supplying power and total N at field scale / Selles F., Campbell C. A., McConkey B. G., Brandt S. A., Messer D. // *Canad. J. Soil Sci.*, 1999. — Vol. 79. — P. 353—366.
64. *Soracco, C. G.* Anisotropy of saturated hydraulic conductivity in a soil under conservation and no-till treatments / Soracco, C. G., Lozano, L.A., Sarli, G.O., Gelati, P.R., Filgueira, R.R. *Soil Till. Res*, 2010. — Vol. 109, P. 18—22.
65. *Startsev A. D.* Effects of skidding on forest soil infiltration in west-central Alberta / A. D. Startsev, D. H. McNabb // *Canadian Journal of Soil Science*, 2000. — Vol. 80. — P. 617—624.
66. *Schenkova V.* Habitat preferences and conservation of *Vertigo geyeri* (Gastropoda: Pulmonata) in Slovakia and Poland / Schenkova V., Horsak M., Pleskova Z., Pawlikowski P. // *Journal of Molluscan Studies*. — 2012. — Vol. 78. — P. 105—111.
67. *Serafim, M. E.* Intervalo hidrico otimo em um latossolo vermelho distroferrico sob diferentes sistemas de producao / Serafim, M. E., Vitorino A.C.T., Peixoto P.P.P., Souza C.M.A., Carvalho D.F. // *Eng. Agric., Jaboticabal*, 2008. — V. 28(4). — P. 654—665.
68. *Siefert A.* Functional beta-diversity patterns reveal deterministic community assembly processes in eastern North American trees / Siefert A. Ravenscroft C., Weiser M. D., Swenson N. G. // *Global Ecology and Biogeography*, 2013. — Vol. 6. — P. 682—691.
69. *Wright S. A.* *Axis and Circumference* / S. A. Wright – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988. — 367 p.

Г. О. Задорожна

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ПРОСТОРОВА НЕОДНОРІДНІСТЬ ТЕХНОЗЕМІВ: ЕКОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД

Досліджено динаміку просторової неоднорідності дерново-літогенного ґрунту на сіро-зеленій глині за показниками твердості. Проведено екоморфічний аналіз рослинності експериментальної ділянки. Шляхом неметричного багатовимірного шкалювання здійснена ординація даних твердості ґрунту. Застосовано тривимірний варіант багатовимірного шкалювання. Взаємозв'язок варіювання твердості ґрунту і факторів навколишнього середовища встановлений при використанні фітоіндикаційних шкал. За допомогою техніки просторового аналізу даних (PCNM) виділені елементи просторової автокореляції даних твердості ґрунту і визначені процеси, що лежать в основі її формування.

Ключові слова: твердість ґрунту, фітоіндикація, багатовимірне шкалювання

G. A. Zadorozhna

Oles Honchar National University of Dnipropetrovsk, Ukraine

SPATIAL HETEROGENEITY OF INDUSTRIAL SOIL PLANTS: ECOLOGICAL APPROACH

The dynamics of spatial heterogeneity of the sod-lithogenic soils on gray-green clay in the environmental aspect has been studied in terms of hardness. The ecomorphic analysis of vegetation within the research area has been carried out. The ordination of data of soil hardness has been conducted by non-metric multidimensional scaling. The three-dimensional variant of multidimensional scaling has been applied. The relationship between the variation of the hardness of the soil and environmental factors has been established using phytoindicative scales. Using the

technique of spatial data analysis (PCNM) we have singled out the elements of spatial data autocorrelation of soil hardness and defined processes underlying its formation. It has been established that statistically significant phytoindicative scales describe from 6 to 42% of the variability of multidimensional measurements. The acidity of the soil solution mode is of value for the formation of the first coordinate axis and describes the presence in the plant community of steppe plant species, meadow plant species and heliomorphes. The axis marks the conditions determining soil hardness in layers of 0 – 10 cm as compared to those which are below the selected block. The second coordination axis reflects the opposing phenomena in the structure of the soil above and below the level of 25 cm from the surface. The highest value in its formation belongs to ombroclimate scale. The soil aeration scale and the contents of carbonate salts are essential for the formation of the third coordinate axis. Measurement points to such conditions under which the hardness of the soil in layers of 0–5, 15–25 and 40–50 cm is similar to each other, but differs from the hardness in layers 5–15 and 25–40 cm from the surface. In the process of fractionation of hardness variations of the soil under analysis we have established that environmental factors determine the 47 % of the total variability of the data. PCNM-variables describe 2% of the variation of indicators of soil hardness and spatial patterns deterministic environment – 27% of variability of feature. Herewith among the studied environmental factors the most important for the formation of large-scale variation in the spatial variability of hardness are the variability of moisture and thermoclimate. Both large-scale and small-scale spatial variations of soil hardness depend on the vegetation structure, i.e. the presence of trophomorphes of plants: steppe plant species and meadow plant species.

Key words: soil hardness (hardness of the soil), phytoindicate, multidimensional scaling

Рекомендує до друку

Надійшла 16.08.2016

В. В. Грубінко

УДК 575.224.477.84

М. А. КРИЖАНОВСЬКА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ТА КРЕМЕНИСТОЇ

У статті представлені результати щодо впливу іонізуючого опромінення дозами 5Гр, 10Гр, 15Гр, 20Гр на зміну довжини стебла та довжини качана вологого насіння кукурудзи цукрової та кременистої. Експериментально встановлено, що опромінення насіння дозою 5Гр стимулює ріст стебла у цукрової кукурудзи на 14 см, а кременистої – на 6 см. Всі обрані дози іонізуючого опромінення викликають мутагенні зміни качанів кукурудзи.

Ключові слова: іонізуюче опромінення, радіація, мутагенна дія, цукрова та кремениста кукурудза

Дія іонізуючого опромінення на організми спричиняє іонізацію атомів і молекул і призводить до деструктивних змін на всіх структурно-функціональних рівнях її організації, оскільки радіація здатна накопичуватися впродовж певного часу [7, 10]. Особливістю дії іонізуючого опромінення на живі істоти є невідповідність між незначною дозою енергії, яка поглинається біологічним об'єктом, та ступенем вираження біологічного ефекту, аж до летального наслідку [1, 3, 11].

Після впливу іонізуючого опромінювання розвивається радіаційний синдром, що на початку зародження має спільні риси у рослин і тварин, але у подальшому набуває своєї специфіки. Рослини – це перший екран, що приймає на себе дію подібного випромінювання,

стаючи небезпечним джерелом ураження для рослиноїдних тварин та людини [2, 4]. Оскільки у рослин всі органи формуються з меристем, то при їх опроміненні спостерігається ушкодження майже всіх органів – як вегетативних, так і генеративних. Променеве ураження виявляється у гальмуванні й затримці росту, зниженні урожайності та харчової якості врожаю, зменшенні репродуктивних властивостей насіння, бульб і коренеплодів [5, 6, 8].

Завдання роботи було дослідження мутагенного впливу різних доз іонізуючого опромінювання на кукурудзу, яка є однією із найдавніших рослинних культур, що використовується як у тваринництві на зелену масу і на зерно, так і для харчових потреб людини.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на території агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка на кукурудзі кременистій та цукрової. Для дослідження відібрано по 200 насінин відповідних підвидів та розділено їх на 5 піддослідних груп. Піддослідний матеріал замочувався у проточній воді впродовж 12 год. Вологе насіння дослідних груп опромінювали на системі рентгенодіагностики HF – 51 у тубдиспансері м. Тернополя. Насіння першої дослідної групи (Дослід 1) отримало радіацію дозою 5Гр, другої (Дослід 2) – 10Гр, третьої (Дослід 3) – 15Гр, четвертої (Дослід 4) – 20Гр. Насіння контрольної групи не опромінювали. Піддослідне насіння висаджувалось у відкритий ґрунт по 20 насінин у рядок. Висадка і догляд відбувалися відповідно до агротехнічних вимог.

Оцінка продуктивних показників кукурудзи підвидів кременистої та цукрової включала аналіз: схожості насіння (на 14 день після посіву), середньої висоти стебла (відстань від основи стебла до волоті), кількості вузлів на стеблі (шляхом підрахунку), довжину початку (відстань від основи до верхівки).

Статистичний аналіз експериментальних результатів здійснено згідно з Рокицьким П. Ф. [9].

Результати досліджень та їх обговорення

Висадка вологого опроміненого та контрольного насіння проводилася 28 травня 2015 року. На 14 день підраховували кількість проростків кожної піддослідної групи окремо по підвидах. Показник схожості суттєво не відрізнявся в обох підвидах та коливався у межах 96-98% ($P > 0,95$). Результати дослідження середньої висоти стебла кукурудзи цукрової та кременистої наведені у таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Висота стебла кукурудзи цукрової, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	166,2±6,8	180,6±5,6	153,9±6,3	128,6±4,2	117,0±5
$\delta \pm m_\delta$	25,5±4,7	20,9±3,8	23,5±4,3	15,6±2,8	18,5±3,4
t_d	-	1,6	1,3	4,7	5,8
P	-	<0,95	<0,95	>0,999	>0,999
% до контролю	-	+8,3%	-7,4 %	-22,6%	-29,5%

Таблиця 2

Висота стебла кукурудзи кременистої, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	174,4±6,2	180,4±6,2	173,8±5,7	141,0±6,01	148,2±5,1
$\delta \pm m_\delta$	25,6±5,1	23,1±4,2	21,2±3,9	22,2±4,1	19,01±3,5
t_d	-	0,6	0,07	3,8	0,3
P	-	<0,95	<0,95	>0,99	>0,95
% до контролю	-	+3,4%	-0,3%	-19,5%	-15,02%

Щодо середньої висоти стебла у кукурудзи цукрової, то найбільше значення спостерігалось у рослин Дослід 1, що перевищує Контроль на 14 см (8,3 %) і свідчить про стимулюючий ефект опромінення дозою 5Гр ($P < 0,95$). Висота стебла рослин Дослід 2 та Дослід 3 була менша від Контролю відповідно на 12,3 см і 37 см що складала 7,4% ($P < 0,95$) та 22,6 % ($P > 0,999$). Найменша середня висота стебла спостерігалась у рослин Дослід 4, яка становила 117 см і була меншою від контрольної групи на 49 см ($P > 0,999$).

Аналізуючи середню висоту стебла кукурудзи кременистої треба відмітити, що найбільший показник даної ознаки спостерігався у рослин групи Дослід 1 і перевищував контрольну групу на 6 см ($P < 0,95$). Рослини дослідних груп Дослід 2, Дослід 3 і Дослід 4 демонструють зменшення росту відповідно на 0,6 см ($P < 0,95$), 33,4см ($P > 0,99$) і 26,2 см ($P > 0,95$), що свідчить про пригнічуючу дію опромінення насіння у дозах 10Гр, 15Гр, 20Гр.

Співвідношення середніх значень висоти стебла дослідних груп до контрольної представлена на рис. 1.

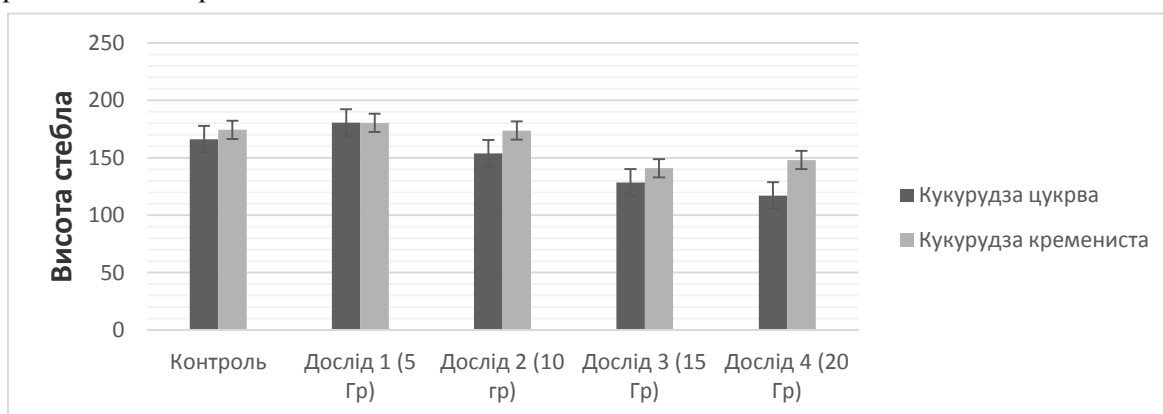


Рис. 1. Порівняння середніх значень висоти стебла кукурудзи

Якщо порівняти одержані результати двох підвидів кукурудзи, то можна констатувати, що опромінення насіння дозою 5Гр призводить до стимулюючого ефекту розвитку ознаки. Підвищення доз опромінення (10Гр, 15Гр і 20Гр) викликає негативні мутагенні зміни.

Результати досліджень впливу іонізуючого опромінення на показники середньої довжини качана у двох підвидах кукурудзи наведені у таблицях 5 і 6 та їх співвідношення на рис. 2.

Таблиця 5

Середня довжина качана кукурудзи цукрової, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	11,6 \pm 0,1	9,7 \pm 0,1	10,9 \pm 0,2	9,3 \pm 0,2	6,0 \pm 0,2
$\delta \pm m_\delta$	0,3 \pm 0,07	0,4 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,7 \pm 0,1
t_d	-	10,9	3,4	10,6	22,4
P	-	>0,999	<0,99	>0,999	>0,999
% до контролю	-	-16,3%	-6,4%	-20,1%	-48,0%

Жодна із досліджувальних доз не дає стимулюючої дії, а викликає пригнічення параметрів ознаки. Різниця довжини качана дослідних груп до Контролю складає: у Досліді 1 – 1,9 см (16,3 %), Досліді 2 – 0,79 см (6,43 %), Досліді 3 – 2,38 см (20,7%), Досліді 4 – 5,6 см (48,06%).

Дані таблиці 6 засвідчують аналогічну тенденцію до зменшення довжин качана кукурудзи кременистої. Так у групи рослин Дослід 1 вона менша на 1,9 см (16,0%), Досліді 2 на 1,75см (14,4%), Досліді 3 на 4,05см (33,3%), Дослід 4 на 7,9 см (65,0%). Цей показник у всіх дослідних групах має високий рівень вірогідності прояву ознаки і підтвердження значенням критерію Стьюдента.

Середня довжина качана кукурудзи кременистої, см, n=15

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
M±m _M	12,1±0,3	10,2±0,2	10,7±0,2	8,1±0,4	4,2±0,3
δ±m _δ	0,9±0,2	0,7±0,1	0,8±0,1	1,2±0,2	0,9±0,2
t _d	-	5,1	3,4	8,1	18,3
P	-	>0,999	>0,99	>0,999	>0,999
% до контролю	-	-16,0%	-14,4%	-33,3%	-65,0%

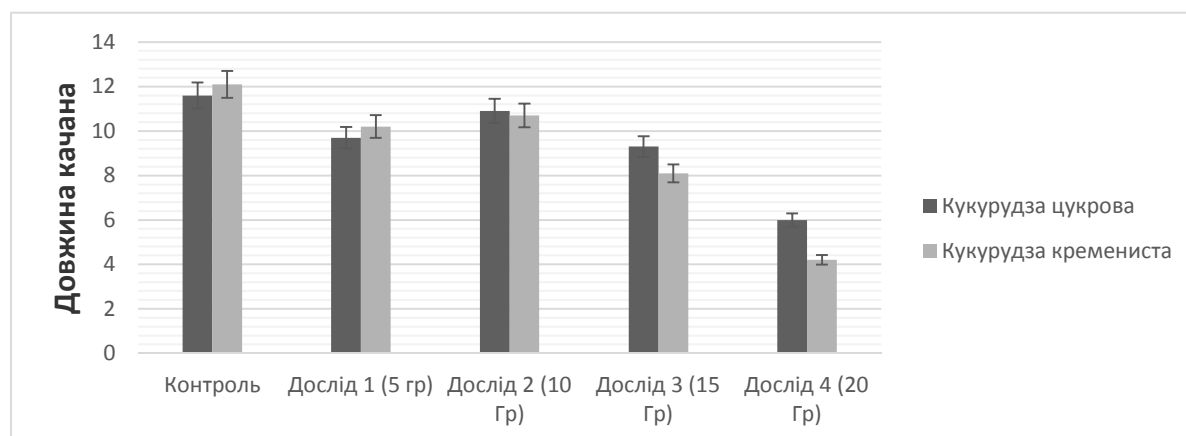


Рис. 3. Порівняння середніх значень довжини качана кукурудзи

Висновки

В результаті дослідження встановлено, що дози іонізуючого опромінення 5Гр, 10Гр, 15Гр і 20Гр на вологе насіння кукурудзи підвидів цукрової та кременистої мають як позитивну так і негативну дію. На показник довжини стебла стимулююча дія опромінення спостерігалася лише при дозі 5Гр і спричиняє його збільшення на 6 – 14 см. На довжину качана всі досліджувані дози продемонстрували негативний вплив, що призвело до вірогідного зменшення його довжини на 0,79 – 5,6 см у цукрової та на 1,75 – 7,9 см у кременистої кукурудзи.

1. *Абрахамсон С.* Возможный подход к оценке опасности мутагенов окружающей среды / С. Абрахамсон // Генетические последствия загрязнения окружающей среды. — М.: Наука, 1997. — С. 20—25.
2. *Барабой В. А.* От Хиросимы до Чернобыля / В.А. Барабой. — К.: Наук. думка, 1991. — 128 с.
3. *Дружина М.* Радіаційні ураження і радіопротектори / М. Дружина // Вісник НАН України. — 2005. — № 4. С. 17—24.
4. *Дубинин Н. П.* Мутагены среды и наследственность человека / Н. П. Дубинин // Генетические последствия загрязнения окружающей среды. Общие вопросы и методики исследования. М.: Наука. — 1977. С. 3—25.
5. *Іванов Є. А.* Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник / Є.А. Іванов. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. — 149 с.
6. *Кравець А. П.* Радиологические последствия радионуклидного загрязнения почв и растений / А. П. Кравець. — К.: Логос, 2006. — 180 с.
7. *Орлова Н. Н.* Генетический анализ / Н. Н. Орлова. — М.: Издательство МГУ, 1991. — С. 255—279.
8. *Радіоекологія: навч. посіб.* / [І. М. Гудков, В. А. Гайченко, В. О. Кашпаров та ін.]; ред. І. М. Гудков ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. — Херсон: ОЛДІ-плюс, 2013. — 468 с.
9. *Рокицкий П. Ф.* Введение в статистическую генетику / П. Ф. Рокицкий. — Минск: Вышшая школа, 1978. — 226 с.
10. *Стрельчук С. И.* Основы экспериментального мутагенеза : [Учеб. пособие для биол. фак. ун-тов] / С. И. Стрельчук. — Киев: Вища школа, 1981. — 215 с.
11. *Яковець И. И.* Радиационные повреждения в живых организмах: механизмы и пороги / И. И. Яковець // Агроекологический журнал. — 2006. — № 2. — С. 31—38.

М. А. Крыжановская

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ
КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ И КРЕМНИСТОЙ**

В статье представлены результаты влияния ионизирующего облучения на изменение длины стебля и початка влажных семян кукурузы сахарной и кремнистой дозами 5Гр, 10Гр, 15Гр, 20Гр. Экспериментально установлено, что облучение семян дозой 5Гр стимулирует рост стебля и вызывает его увеличение в сахарной кукурузы на 14 см, а кремнистой – на 6 см. Все выбранные дозы ионизирующего облучения приводят к мутагенным изменениям длины початков кукурузы.

Ключевые слова: ионизирующее облучение, радиация, мутагенез, сахарная и кремнистая кукуруза

М. А. Kryzhanovska

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

**THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON PRODUCTIVITY DATA OF SWEET
CORN AND FLINT CORN**

Interaction of ionizing radiation with living matter, causing ionization of atoms and molecules, leads to destructive changes at all the levels of structural and functional organization and, consequently, to the death. The intensive testing of nuclear weapons in the mid-twentieth century, the use of nuclear energy and the current stage of development of our society, with the application of new technologies helps create dangerous situations that lead to increased background radiation environment, which negatively affects living systems. Plants - are the first screen that accepts the action of this radiation, becoming a dangerous source of destruction for herbivorous animals and humans.

Understanding of this point determines the relevance of the chosen topic of our research. The object of our research was based on stimulating and depressing mutagenic effect of different doses of ionizing radiation. Corn is one of the oldest crops used as livestock in the green mass and grain and food needs. The question of experimental study of changes of the productivity of different subspecies of maize under the influence of certain doses of ionizing radiation was of our primary investigation.

Scientific research was conducted on the territory of agrobiological laboratories TNPU after Volodymyr Hnatiuk. Corn was chosen as the object of study. Sweet corn and flint corn were chosen. Test material has been soaked in running water for 12 hours. Wet seeds under research have been irradiated in TB clinic in Ternopil. Seeds of the first experimental group received a radiation dose of 5Hr, the second – 10Hr, the third - 15Hr, the fourth - 20Hr. Seeds of a control group have not been irradiated. Test seeds were planted in the ground according to the farming requirements.

The results of the study show that these doses did not significantly affect the rate of similarity of corn of both subspecies, which varies within 96-98% ($P > 0,95$). Experimentally it was established that irradiation of seeds with the dose of 5g shows a stimulating effect on the growth of the stem and causes it to increase in sweet corn for 14 cm, and flint corn - 6 cm and increases the number of lumps on the stem (14.9% and 10.0% respectively) . 10g dose irradiation stimulates only increase of lumps of both corn subspecies within 7.4% -12.5%. Depressing mutagenic effect of ionizing radiation on the stem height at doses of 10Hr, 15Hr and 20Hr was recorded, the number of lumps on the stem - with 15Hr and 20Hr. All researched radiation doses demonstrated the negative impact on the length of the corn cob, leading to a probable reduction of its length to 0.79 - 5.6 cm of sweet corn and 1.75 -7.9 cm of flint corn ($P > 0,999$).

Key words: ionizing radiation, stimulating and depressing effects of radiation, mutagenic change indicators, sweetcorn, flint corn

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 22.11.2016

УДК 504:582/27(262.5:551.468.3)

Г. Г. МИНИЧЕВА, Е. В. СОКОЛОВ, А. В. ШВЕЦ

Институт морской биологии Национальной академии наук Украины
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125

ОЦЕНКА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО СТАТУСА ПРИБРЕЖНО-АКВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЯГОРЛЫЦКОГО ЗАЛИВА

Рассмотрены особенности строения водной котловины и побережья Ягорлыцкого залива, а так же проведена оценка природного потенциала экосистемы залива на основе индексов природной устойчивости. Дана оценка интенсивности первично-продукционных процессов и экологического статуса класса акватории, по морфофункциональным показателям удельной поверхности донной растительности.

Проведена инвентаризация ландшафтно-хозяйственной структуры и анализ эколого-хозяйственного баланса природно-территориальных комплексов водосборной площади залива. Дана оценка антропогенного воздействия на интенсивность первично-продукционных процессов (степень антропогенной эвтрофикации) экосистемы залива на основе индекса искусственного воздействия.

Ключевые слова: донная растительность, экологический статус, эколого-хозяйственный баланс, Ягорлыцкий залив

Прибрежные локальные экосистемы северо-западного Причерноморья (лиманы и заливы) являются уникальными контактными зонами соединяющие наземные и водные, пресноводные и морские комплексы биотопов. Природные условия прибрежно-локальных экосистем претерпели кардинальные изменения в результате интенсивной хозяйственной деятельности.

В условиях высокой антропогенной нагрузки и климатических изменений оценка природного потенциала и экологического статуса природоохранных территорий региона приобретает особое значение. Наземно-аквальный комплекс Ягорлыцкого залива имеет один из наиболее высоких природоохранных статусов международного значения. Акватория Ягорлыцкого залива входит в состав Национального природного парка «Белобережье Святослава» и биосферного Черноморского заповедника. Природно-территориальные комплексы этих заповедников представлены водно-болотными угодьями, степными, солончаковыми, песчаными и лесными ландшафтами, характеризующие высокой сохранностью и мозаичностью расположения биоценозов. Рассматриваемые биотопы играют исключительную роль в поддержании видового разнообразия региона и страны в целом.

Цель работы: провести оценку гидролого-морфометрических особенностей (природной устойчивости), интенсивности экологических процессов, антропогенной нагрузки и преобразованности природно-территориальных комплексов экосистемы Ягорлыцкого залива с учётом требований Водной Рамочной Директивы ЕС.

Материал и методы исследований

В статью вошли материалы экспедиционных исследований ИМБ НАН Украины выполненных на станциях отбора гидрологических и гидробиологических проб акваторий Ягорлыцкого, Тендровского заливов и побережья Кинбургской косы в период 17-21 июня 2013 г. (рис. 1), а так же материалы данных дистанционного зондирования Земли (ДЗ): космические снимки Landsat 8 [14] и данные радарной съёмки (SRTM) [12], обработанные в программном пакете ArcGis v10.

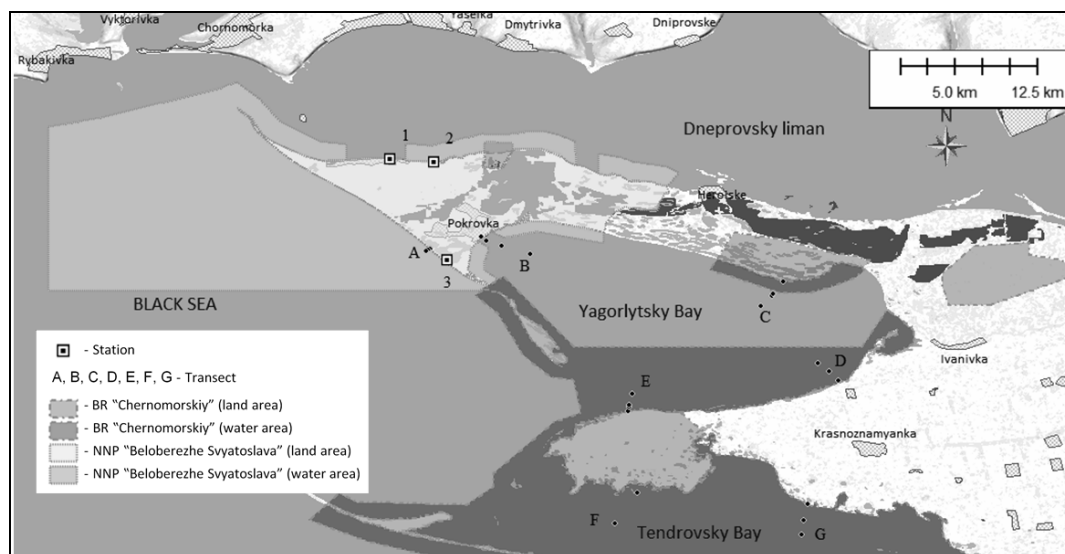


Рис. 1. Сетка станций на акваториях Ягорлыцкого и Тендровского заливов по данным экспедиции ИМБ НАН Украины в июне 2013 года.

Гидролого-морфометрическая оценка Ягорлыцкого залива была проведена на основе восьми комбинированных лимнологических характеристик, отражающих особенности поступления и распределения вещественно-энергетического потока в экосистеме в пределах одной климатической зоны – водообмен залива с морем, емкость водной массы по отношению к вещественно энергетическому потоку, влияние водосборной площади на автохтонные процессы, гидродинамические процессы. Совместный учёт этих характеристик в виде индексов природной устойчивости (ИПУ) [6] позволил перейти к количественной оценке природного гидроэкологического потенциала экосистемы. Используемый для расчета ИПУ алгоритм предполагает нормирование экологических оценочных индексов к шкале [1-0] (Ecological Quality Ratio) по пяти европейским стандартным классам (Bad, Poor, Moderate, Good, High) в соответствии с требованиями Водной Директивы ЕС [8] и Морской Стратегии ЕС [9].

Оценка интенсивности и сбалансированности экологических процессов проводилась с помощью морфофункциональных параметров донной растительности (фитобентоса): экологическая активность трех доминантов (S/W_{3DP}), $m^2 \cdot kg^{-1}$, средняя экологическая активность видов, (S/W_x), $m^2 \cdot kg^{-1}$, индекс поверхности фитоценозов, (SI_{ph}), ед. [4], на основании многолетнего мониторинга прибрежных локальных водоёмов СЗП, лиманов и заливов эти показатели ранее были использованы в качестве экологических оценочных индексов (Ecological Evaluation Index - EEI) для которых была разработана шкала оценки пяти экологических статус классов (Ecological Status Class - ESC) [11].

Распределение слоёв мутности на акватории Ягорлыцкого залива было получено в результате дешифрирования спутникового снимка Landsat 8 (24.08.2013) методом «IsoData» (набор инструментов «Spatial Analyst») в программном пакете ArcGis v 10. Предварительно водные объекты были отделены от ландшафтов суши с помощью инструментов маскирования.

Анализ ландшафтно-хозяйственной структуры наземных природно-территориальных комплексов водосборной площади Ягорлыцкого и Тендровского заливов (данный регион целостная географическая единица) проводился на основе дешифрирования спутниковых снимков Landsat8 методом «Maximum Likelihood» и «IsoData» набора инструментов «Spatial Analyst», с созданием спектральных сигнатур в программном пакете ArcGis v10, а также с использованием топографических карт генштаба, которые привязывались географически. Для оценки преобразованности рассматриваемая территория была условно разбиты на участки площадью 2 км^2 , в каждом из которых рассчитывался интегральный показатель структуры природных, квазиприродных и антропогенных угодий - коэффициент антропогенной преобразованности [7]. Пространственное распределения населения проводилось на основе

данных «OpenStreetMap» [13], с использованием автоматической интерполяции по методу IDW (обратно взвешенных расстояний) в программном пакете ArcGis v10.

Для оценки антропогенного воздействия на интенсивность первично-продукционного процесса (степень антропогенной эвтрофикации) использовался индекс искусственного воздействия (ИИВ). Индекс искусственного воздействия рассчитывался как разница категорий статус-классов (High, Good, Moderate, Poor, Bad) морфофункциональных индексов донной растительности (макрофитобентоса) и природной устойчивости [10, 5]. В случае, когда интенсивность гидробиологических процессов соответствует потенциальным природным возможностям водной экосистемы, категории классов двух сравниваемых индексов совпадают – ИИВ имеет нейтральное значение «0». При условии, когда категория морфофункционального индекса донной растительности выше соответствующей категории индекса природной устойчивости значения ИИВ могут быть положительными (+1, +2, +3, +4), например, в результате мероприятий, снижающих уровень первично-продукционного процесса, и наоборот - значения ИИВ отрицательны (-1, -2, -3, -4) при действии высоких антропогенных нагрузок.

Результаты исследований и их обсуждение

Особенности строения, размер водного ложа, конфигурация береговой линии и рельеф водосборной площади Ягорлыцкого залива выраженные гидролого-морфометрическими показателями (табл. 1) в совокупности с климатическими условиями региона определяют природную интенсивность протекания в его экосистеме биогеохимических процессов – «эффект морфометрии» [3, 6] и обуславливают природную интенсивность экологических процессов.

Таблица 1

Гидролого-морфометрические показатели ИПУ Ягорлыцкого залива.

Характеристика	Условное обозначение	Размерность	Значение
Объём воды	V	млн. м ³	849,24
Средняя глубина	H _{ср}	м	2,8
Удельный водосбор	$\Delta F = F_{в-ра} / F$	б/р величина	1,48
Коэффициент извилистости береговой линии	$\mu = L / 2\pi \sqrt{F}$	б/р величина	1,12
Коэффициент ёмкости	$C = H_{макс} / H_{ср}$	б/р величина	0,5
Коэффициент глубинности	$k_H = H_{ср}^3 / S$	б/р величина	0,41
Коэффициент удлинённости	$k_L = L / B_{ср}$	б/р величина	1,92
Условный водообмен с морем	$D_m = W_m / V$	б/р величина	17

По сравнению более чем с двадцатью локальными прибрежными объектами северо-западного Причерноморья, значения ИПУ которых находятся в пределах от 0,250 до 0,730 [5], для Ягорлыцкого залива, который также можно рассматривать как локальную экосистему, зафиксировано максимальное значение данного индекса - 0,835, что соответствует классу «High» [6].

Высокие значения ИПУ Ягорлыцкого залива формируются по ряду следующих причин:

- Свободный водообмен залива с морем через пролив. Так в период действия ветров сгонных направлений водообмен залива с морем осуществляется в среднем за 10 суток.
- Большие размеры залива среди локальных прибрежных водоёмов: объёма воды и площади водного зеркала.
- Незначительное влияние терригенных процессов на внутриводоёмные. Гидрографическая сеть на водосборной площади залива не развита (рис. 2), в связи с чем, показатель удельного водосбора залива имеет очень низкие значения. Кроме того водосборная площадь залива имеет плакорный тип местности - средняя высота поверхности составляет всего 5 м, а средний уклон 0.7°. Таким образом, гидроэкологический режим залива формируется, главным образом, под действием процессов прилегающей акватории моря.

- Интенсивная гидродинамика. Отсутствие глубоководных зон, незначительное развитие береговой линии (низкие значения коэффициента извилистости) и низкие значения коэффициента глубинности [6] обусловленные высоким значением площади водного зеркала по отношению к средней глубине, формируют в заливе благоприятные условия для вертикального перемешивания водной массы.

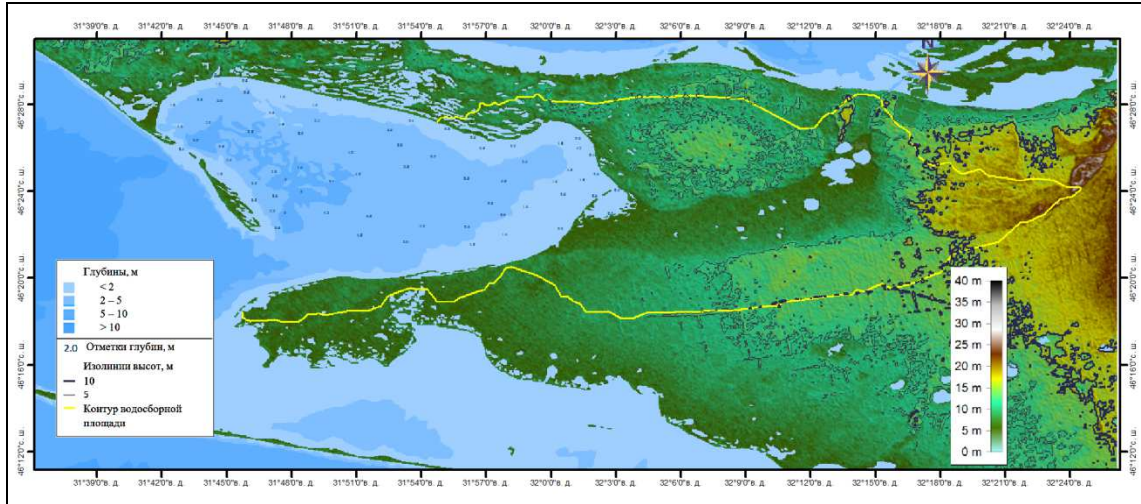


Рис. 2. Гидролого-морфометрические особенности Ягорлыцкого залива и его водосборной площади.

Оценка интенсивности первично-продукционного процесса в экосистеме Ягорлыцкого залива с использованием классических и морфофункциональных показателей донной растительности, даёт представление о пространственном распределении биомассы макрофитов, а также характеристике экологической активности сообществ фитобентоса в зависимости от их флористического состава (рис. 3).

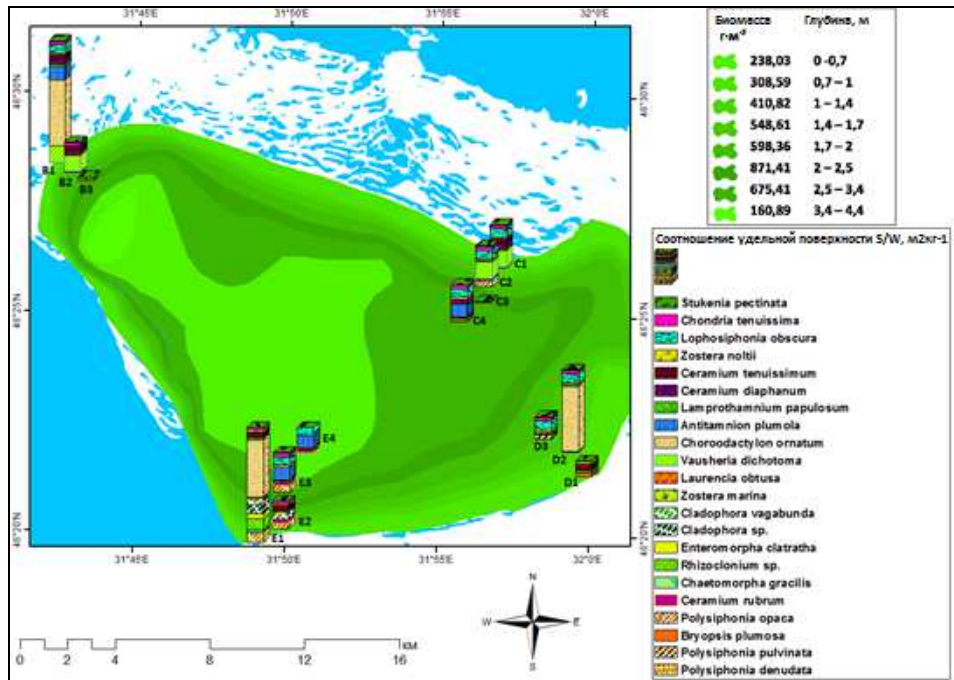


Рис. 3. Пространственная характеристика структурно-функциональной организации донной растительности Ягорлыцкого залива в июне 2013 года.

Пространственное распределение структурно-функциональных показателей фитоценозов донной растительности характеризуется неоднородностью. Горизонт 2-2,5 м является наиболее благоприятным для формирования растительной биомассы. Средние значения биомассы донной растительности здесь составляют более $800 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, максимальные - $1800 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, зафиксированные на фитоценозах *Zostera marina* Linnaeus. Развитие в данном горизонте видов с наиболее крупными размерами таллома и соответственно минимальным значением экологической активности (S/W_n), обеспечивает продуцирование значительной растительной биомассы и свидетельствует об оптимальных условиях протекания в этом горизонте первично-продукционного процесса. Средняя биомасса макрофитов Ягорлыцкого залива практически в 2 раза выше, чем на станциях Тендровского залива, соответственно - 650 и $330 \text{ (г} \cdot \text{м}^{-2})$, что также свидетельствует о преимуществах условий в Ягорлыцком заливе для развития донной растительности. Среднее значение удельной поверхности популяций макрофитов развивающихся в акватории залива составляет $45,11 \pm 3,35 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, что в примерно в 2 раза ниже, по сравнению с фитоценозами макрофитов развивающихся в прибрежных акваториях северо-западной части Черного моря. Максимальная экологическая активность сообществ донной растительности зафиксирована на южном побережье при входе в залив (ст. E1, см. рис.3.) - $95,33 \pm 7,30 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$.

Использование морфофункциональных показателей донной растительности Ягорлыцкого залива в качестве оценочных индексов - EEI позволило оценить экологическое состояние данной акватории в унифицированной европейской системе категорий ESC (рис. 4).



Рис. 4. Пространственное распределение категорий экологического статус класса (ESC) на акваториях Ягорлыцкого и северо-западной части Тендровского заливов.

Преимущественно на всех станциях ESC оценен категорией - «Отличный» (High) и только на некоторых прибрежных станциях категорией «Хорошо» (Good) и «Удовлетворительно» (Moderate). Значение относительного экологического показателя (EEI) морфофункциональных индикаторов донной растительности не опускалось ниже 0,74.

Практически все станции с категорией «Удовлетворительно» располагались в прибрежных участках с наибольшей мутностью воды (рис. 5), что отражает пространственное положение зон повышенной концентрации взвешенного органического вещества и особенностей гидродинамики. Наименьшая мутность воды наблюдается в местах проникновения морских вод в залив и на наибольших глубинах. Очевидно, что биологические процессы идут с разной интенсивностью, в зависимости от мутности и глубины, в прибрежных мелководных зонах они наиболее интенсивны. Так же антропогенное влияние, связанное с поступлением аллохтонного биогенного вещества, снижающее категорию экологического статус класса наиболее выражено в приустьевой зоне.

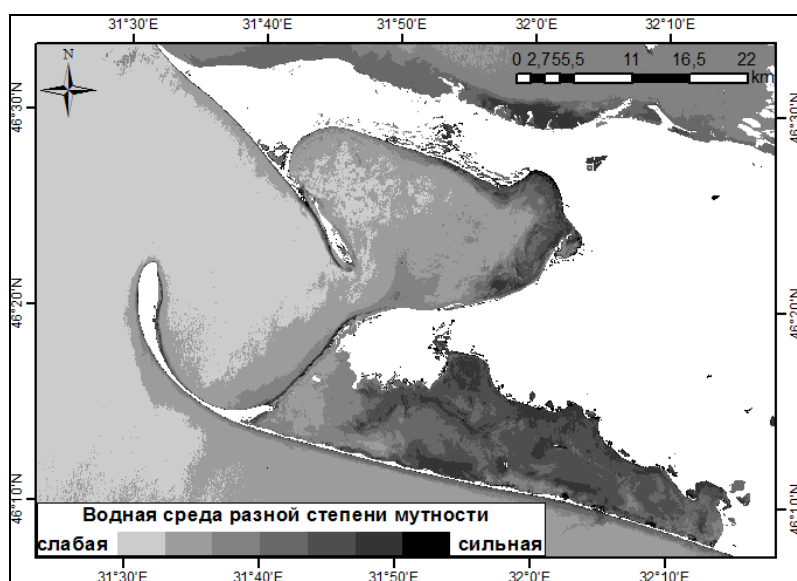


Рис. 5. Слои мутности водной среды 24.08.2013 г. по результатам дешифрирования спутникового снимка Landsat8.

Наилучшая категория экологического качества была отмечена на трансекте С₁ – С₄ (см. рис.4), расположенной в северо-восточной части Ягорлыцкого залива. Наземные биогеоценозы прилегающие к данному побережью характеризуются высокой мозаичностью и сохранностью, находясь в природном и квазиприродном состоянии (рис. 6). Тендровский залив по сравнению с Ягорлыцким характеризуется большей мутностью воды и преобразованностью наземных природно-территориальных комплексов в пахотные угодья с системами орошения, что отражается в более низких категориях ESC рассчитанных по показателю средней удельной поверхности видов входящих в флористический состав донной растительности (S/W_x) (см. рис. 4). Согласно литературным данным загрязнения водоемов за счет выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий благодаря поверхностному стоку увеличивается по сравнению с естественными условиями в 10 - 50 раз и достигает 5 - 50 кг · га⁻¹ в год [1].

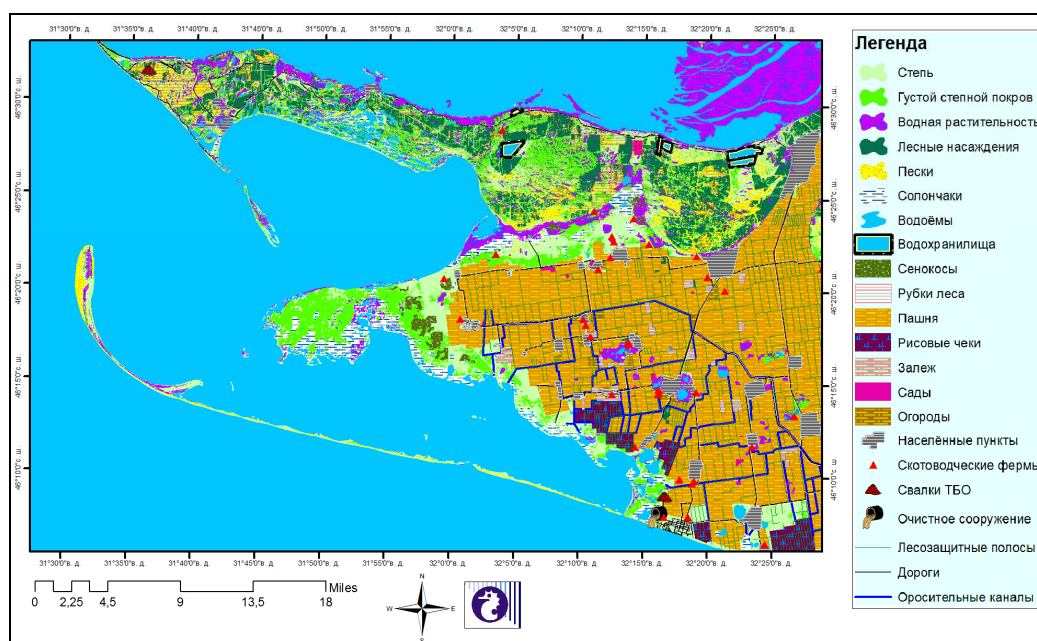


Рис. 6. Ландшафтно-хозяйственная структура водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого и Тендровского заливов.

Естественные наземные угодья исследованной территории представлены полынно-типчаково-ковылевыми степями, высшей водной растительностью, солончаками, курганами и песками, естественными водоемами (озерами). К квазиприродным ландшафтам можно отнести искусственные лесные насаждения. К антропогенно-преобразованным: селетбные застройки и их инфраструктуру, водохранилища, орошаемые пашни, рисовые чеки, залежи, садово-городные участки, скотоводческие фермы, свалки ТБО, сенокосы, рубки леса. Все виды антропогенно-преобразованных территорий могут приводить к поступлению Ягорлыцкий и Тендровский заливы биогенных и загрязняющих веществ аллохтоного происхождения.

По результатам оценки ландшафтно-хозяйственной структуры территорий прилегающих к заливам распределение коэффициента антропогенной преобразованности [7] на водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого залива было получено в таких соотношениях: не преобразованные - 37,66%; слабо преобразованные - 29,61%; преобразованные - 5,70%, средне преобразованные - 3,34%, сильно преобразованные - 20,32%, очень сильно преобразованные - 2,49% и трансформированные - 0,87% от общей площади территории (рис. 7). Такое состояние свидетельствует о наличии эколого-хозяйственного баланса территории и значительном сохранении естественных ландшафтов. Особенно высокая степень сохранности естественных условий соответствует участкам, которые имеют статус природоохранных. Географическое распределение нагрузок на исследуемой территории связано также с пригодностью территории для сельскохозяйственного освоения и в первую очередь использованием под пашню.

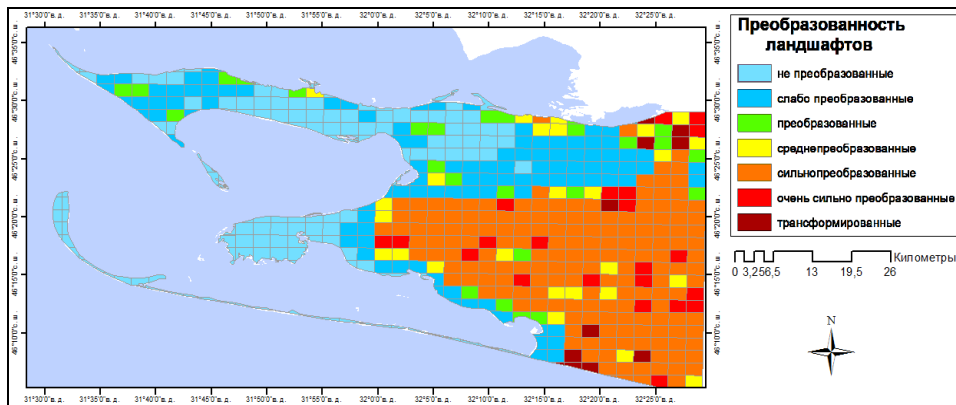


Рис. 7. Пространственное распределение коэффициента антропогенной преобразованности водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого залива.

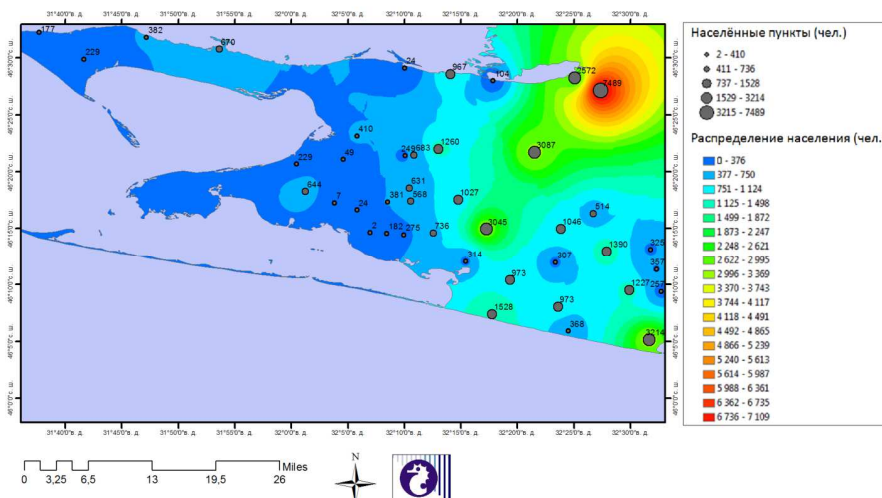


Рис. 8. Пространственное распределение численности населения на водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого залива.

Также изучение степени антропогенной нагрузки на акваторию залива проводилось на основе оценки пространственного распределения численности населения (рис. 8).

В целом рассмотренный участок характеризуется малой плотностью населения и отсутствием больших населенных пунктов. Наименьшая антропогенная нагрузка наблюдается на природоохранных территориях. Наибольшее количество населенных пунктов и плотность населения приурочена к обрабатываемым сельско-хозяйственным землям.

Для количественной оценки влияния антропогенной составляющей на экологическое состояние экосистемы Ягорлыцкого залива был использован индекс искусственного влияния - ИИВ [10, 5]. Методика сопоставления категорий полученных на основе морфофункциональных индикаторов донной растительности и природной устойчивости водной локальной экосистемы позволила оценить современную степень антропогенного воздействия на экосистему рассматриваемого залива. Величины всех трех морфофункциональных индикаторов донной растительности Ягорлыцкого залива, соответствуют категории: - «Отличный» (табл. 2). Значение ИПУ также соответствует категории: «Отличный» (см. рис. 2). Это означает, что при сопоставлении категорий оценки значение ИИВ будет равно «0».

Таблица 2

Оценка индекса искусственного воздействия (ИИВ) Ягорлыцкого залива по данным полевых исследований в июне 2013 г.

Морфофункциональное состояние донной растительности			Природная устойчивость		Антропогенная нагрузка	
Показатель EEI	Значение		Категория статус класса (ESC)	ИПУ	Категория статус класса (ESC)	ИИВ
	Показатель	Индекс (EEI)				
Экологическая активность трех доминантов (S/W_{3DP}), $m^2 \cdot kg^{-1}$	12,5	0,89	Высокий	0,835	Высокий	0
Средняя экологическая активность видов, (S/W_x), $m^2 \cdot kg^{-1}$	43,3	0,96	Высокий			
Индекс поверхности фитоценозов, (SI_{ph}), ед.	5,09	0,97	Высокий			

Таким образом, можно заключить, что в настоящий период акватория Ягорлыцкого залива в соответствии со стандартами Водной Директивы ЕС характеризуется наиболее высокой категорией ESC. Кроме того, нулевое значение ИИВ, свидетельствует о том, что современное антропогенное воздействие не снизило исходное природное состояние данной природоохранной акватории морской экологической сети Украины.

Выводы

По сравнению с лиманными экосистемами северо-западного Причерноморья, Ягорлыцкий залив имеет высокий природный потенциал. Высокое значение ИПУ Ягорлыцкого залива (0,835, статус класс «High») формируется: свободным водообменом с морем через пролив; большими размерами залива (объемом воды и площадью водного зеркала); незначительным влиянием терригенных процессов на внутриводоёмные процессы; интенсивной гидродинамикой в результате морфометрических особенностей водного ложа залива.

Оценка современного экологического статус класса (ESC), на основе морфофункциональных индикаторов показала, что преимущественно на акватории залива отмечается «Отличный» (High) ESC. Более низкие категории ESC зафиксированы в прибрежных мелководных зонах с наибольшей мутностью воды и аллохтонным влиянием.

Высокий экологический статус региона создает условия для формирования многолетних видов макрофитов с высокой биомассой и низкой интенсивностью экологической активности (морские травы). Глубинный диапазон 2-2,5 м является наиболее продуктивным для формирования растительной биомассы.

По результатам оценки ландшафтно-хозяйственной структуры территорий прилегающих к Ягорлыцкому и Тендровскому заливам коэффициент антропогенной преобразованности находится в таких соотношениях: непреобразованные - 37,66%; слабо преобразованные - 29,61%; преобразованные - 5,70%, средне преобразованные - 3,34%, сильно преобразованные - 20,32%, очень сильно преобразованные - 2,49% и трансформированы - 0,87% от общей площади территории. Такое состояние свидетельствует о наличии эколого-хозяйственного баланса территории и значительном сохранении естественных ландшафтов. Особенно высокая степень сохранности соответствует территориям, которые имеют статус природоохранных.

Применение методики расчета индекса искусственного воздействия (ИИВ) для Ягорлыцкого залива, позволило определить, что его акватория характеризуется низкой степенью антропогенного влияния и высоким природоохранным статусом (ИИВ соответствует нулевому значению).

1. *Айдаров И. П.* Комплексное обустройство земель / И. П. Айдаров. — М.: МГУП, 2007. — 208 с.
2. *Миничева Г. Г.* Морфофункциональные основы формирования морского фитобентоса: Автореф. дис... док. биол. наук: 03.00.17, Севастополь, 1998. — 32 с.
3. *Миничева Г. Г.* Оценка природно-антропогенного статуса Ягорлыцкого залива в соответствии с требованиями Водной Директивы ЕС / Г. Г. Миничева, Е. В. Соколов, А. В. Швец // Третья международная научно-практическая конференция «Биоразнообразии и устойчивое развитие», 15 – 19 сентября 2014 г., — Симферополь. — С. 211—212.
4. *Миничева Г. Г.* Оцінка природної стійкості лиманів Північно-західного Причорномор'я відповідно до принципів водної директиви ЄС / Г. Г. Миничева, Е. В. Соколов // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2014. — № 5. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_5_7.pdf.
5. *Общая лимнология: пособие для студентов геогр. фак.* / [ред. П. С. Лопух, О. Ф. Якушко]. — Минск: БГУ, 2011. — 248 с.
6. *Романов В. П.* Применение морфометрических показателей в целях определения природного потенциала водоёмов и прогнозирование их состояния / В. П. Романов // Матер. Всесоюзн. Совещ. «Антропогенные изменения экосистем малых озёр (причины, последствия, возможность управления)», 27 – 29 марта 1990г. — СПб, 1991. — С. 118—120.
7. *Шищенко П. Г.* Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко — К.: Вища школа, 1988 — 192 с.
8. *DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy, 23 October 2000. (WFD, 2000/60/EC).*
9. *DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).*
10. *Minicheva G. G.* New methodological approach in estimation of the northwestern black sea water bodies' environmental status / G.G. Minicheva, A.B. Zotov, E.V. Sokolov // Матеріали 40-го конгресу Середземноморської наукової комісії (CIESM). — Марсель, Франція 28 жовтня-1 листопада, 2013 р. (<http://www.ciesm.org/>).
11. *Minicheva G.* 2013. Use of the Macrophytes Morphofunctional Parameters to Assess Ecological Status Class in Accordance with the EU WFD. *Marine Ecological Journal.* — Vol. XII, № 3. — P. 5—21.
12. *Jarvis A.* Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m [Электронный ресурс] / A. Jarvis, H.I. Reuter, A. Nelson, & E. Guevara. — 2008. — Database: <http://srtm.csi.cgiar.org>.
13. *OpenStreetMap Wiki contributors.* Map Features [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features (дата обращения: 06.05.2015).
14. *USGS Global Visualization Viewer.* Available at: <http://glovis.usgs.gov/> (accessed: 24.08.2013)

Г. Г. Миничева, Е. В. Соколов, Г. В. Швец

Інститут морської біології Національної академії наук України

ОЦІНКА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО СТАТУСУ ПРИБЕРЕЖНО-АКВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ЯГОРЛИЦЬКОЇ ЗАТОКИ

Розглянуті особливості будови водної улоговини і узбережжя Ягорлицької затоки, а також проведена оцінка природного потенціалу екосистеми затоки на основі індексів природної стійкості. Показано, що в порівнянні з лиманними екосистемами північно-західного

Причорномор'я, Ягорлицька затока має високий природний потенціал і високе значення ІПУ, яке дорівнює 0,835 (клас «High»), що забезпечуються вільним водообміном з морем через протоку; великими розмірами затоки (об'ємом води і площею водного дзеркала); незначним впливом теригенних процесів на водоемні процеси. Дана оцінка інтенсивності первинно-продукційних процесів та екологічного статусу класу (ESC) акваторії затоки, за морфофункціональними показниками питомої поверхні донної рослинності. Показано, що велика частина площі акваторії затоки характеризується категорією ESC - «High». Нижчі категорії ESC зафіксовані в прибережних мілководних зонах з найбільшою каламутністю води і алохтонним впливом, однак відносний екологічний показник морфофункціональних індикаторів донної рослинності не опускався нижче 0,74. Високий екологічний статус регіону створює умови для формування багаторічних видів макрофітів з високою біомасою і низькою інтенсивністю екологічної активності (морські трави). Глибинний діапазон 2–2,5 м є найбільш продуктивним для формування рослинної біомаси в затоці.

Проведена інвентаризація ландшафтно-господарської структури і аналіз еколого-господарського балансу природно-територіальних комплексів водозбірної площі затоки та прилеглої території, який виявив, що коефіцієнт антропогенної перетворюваності знаходиться в таких співвідношеннях: не перетворені - 37,66; слабо перетворені - 29,61; перетворені - 5,70; середньо перетворені - 3,34; сильно перетворені - 20,32; дуже сильно перетворені - 2,49 і трансформовані - 0,87 (%) від загальної площі території. Дана оцінка антропогенного впливу на інтенсивність первинно-продукційних процесів (ступінь антропогенного евтрофікації) екосистеми затоки на основі індексу штучного впливу (ІШВ). Застосування методики розрахунку ІШВ для Ягорлицької затоки, дозволило визначити, що його акваторія характеризується низьким ступенем антропогенного впливу і високим природоохоронним статусом (ІШВ = 0). Таким чином, природний потенціал і сучасний екологічний статус екосистеми Ягорлицької затоки, а також еколого-господарський баланс його водозбірної площі, виправдовує перебування на цій території двох природоохоронних об'єктів високого національного і міжнародного рівня - Національного природного парку «Білобережжя Святослава» та «Чорноморського біосферного заповідника».

Ключові слова: донна рослинність, екологічний статус, еколого-господарський баланс, Ягорлицька затока

G. G. Minicheva, E. V. Sokolov, A. V. Shvets

Institute of Marine Biology, National Academy of Sciences of Ukraine

ASSESSMENT OF THE NATURAL AND ANTHROPOGENIC STATUS OF THE COASTAL AND AQUATIC COMPLEXES ALONG YAHORLYK BAY

The article presents an overview of structural features of the water body and the coastline of Yahorlyk Bay and results of an assessment of its natural potential on the basis of natural resistance index (NRI). The study has demonstrated that in comparison with the estuary ecosystems of the northwestern Black Sea region, Yahorlyk Bay has a high natural potential and great importance, its NRI totalling to 0.835 («High» class) conditioned by free water exchange with the sea through the strait, large size of the Bay (the volume of water and the water surface area) and insignificant influence of terrigenous processes over the water body. An assessment of the ecological status class (ESC) of the bay carried out on morphofunctional indicators of the surface area of the bottom vegetation shows that a large part of the bay area is characterized by high ESC. Lower ESC value was registered in shallow coastal areas with the highest turbidity of the water and the great influence of allochthonous. However, the relative ecological indicator of the surface area of the bottom vegetation does not fall below 0.74. High ecological status of the bay provides conditions for the formation of perennial macro algae and seagrass with high biomass and low intensity of ecological activity. The depth range of 2-2.5 m is the most productive zone for the formation of plant biomass in the bay. A thorough examination of anthropogenic structure and the degree of conversion of natural-territorial complexes of the catchment area of Yahorlyk Bay demonstrates that the ratio of anthropogenic transformation is as follows: not converted - 37.66; slightly converted - 29.61; converted - 5.70; medium converted - 3.34; much

transformed - 20.32; greatly transformed 2.49; and transformed - 0.87 (%) of the total land area. The anthropogenic impact on the intensity of primary production processes (degree of anthropogenic eutrophication) ecosystem of the bay on the basis of artificial force index (AFI) has been evaluated. The calculation of AFI for Yavorlyk Bay allows us to conclude that its water area is characterized by a low degree of anthropogenic influence and a high conservation status (AFI = 0). Thus, the natural potential and current ecological status of Yavorlyk Bay ecosystem, as well as ecological and economic balance of its catchment area, justify the presence on its territory of such objects as the National Natural Park "Biloberezhzhia Sviatoslava" and the «Black Sea Biosphere Reserve», both of high national and world status.

Key words: bottom vegetation, the ecological status, ecological and anthropogenic balance, Yavorlyk Bay

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 07.11.2016

УДК 574.3;599.323

С. А. МЯКУШКО

ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка
пр-т. Академіка Глушкова, 2, Київ, 03127

СПІВВІДНОШЕННЯ РІЗНИХ ФОРМ МІНЛИВОСТІ В ПОПУЛЯЦІЯХ ДВОХ ВИДІВ НОРИЦЬ

У роботі проаналізовані індивідуальна скорельованість і групова мінливість ознак в популяціях гризунів. Показано, що співвідношення форм мінливості на окремих етапах існування популяції визначається залученням різних внутрішньопопуляційних груп у відтворення. Характер співвідношення закономірно змінюється на різних фазах багаторічної динаміки щільності, проте є ідентичним для двох видів нориць.

Ключові слова: мінливість, скорельованість, популяції, багаторічна динаміка, розмноження, гризуни

Для популяцій є цілком справедливим загальносистемний принцип балансу консервативності і мінливості. Останній постулює, що будь-яка біосистема, яка здатна до самопідтримання і розвитку, складається із двох рядів складових (підсистем), один із яких закріплює і зберігає її будову і функціональні особливості, а інший – сприяє видозмінам з утворенням нової специфіки, що відповідає оновленому середовищу мешкання [6]. Співвідношення цих двох складових закономірно змінюється залежно від умов, тому його доцільно використовувати у разі оцінювання стану системи на різних етапах її існування.

Під час аналізу стану популяції за морфологічними параметрами окремих індивідів, як правило, використовують усередненні показники для певного інтервалу часу, звертаючи увагу на популяцію в цілому. Проте популяція є гетерогенною: для різних груп особин (наприклад, вікових чи статевих) взаємовідносини з середовищем можуть бути неоднаковими і специфічно змінюватися в різних умовах, як це відбувається, наприклад, у роки з різною щільністю населення. Крім того, не можна не враховувати, що сама мінливість може по-різному виявлятися на індивідуальному і груповому рівнях. В межах даної роботи для дослідження стану окремих індивідів і внутрішньопопуляційних груп особин застосовано диференційний підхід, що дає змогу оцінити їх роль у функціонуванні популяції та внесок у процеси змін щільності.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження базується на матеріалах багаторічного моніторингу популяцій двох видів лісових гризунів Канівського природного заповідника – нориці рудої (*Myodes glareolus* Schreber, 1780) і підземної (*Microtus subterraneus* de Selys-Longchamps, 1836). Польові спостереження приводили упродовж першої половини літа у період 2000-2013 рр. Впродовж досліджень проміжок у динаміці щільності кожного виду становив 3 роки, що відповідають протилежним фазам – пікам і депресіям щільності. Дані за роками аналогічної фази були об'єднані з метою підвищення репрезентативності вибірок (для аналізу динаміки підземної нориці це єдина можливість отримати достатню вибірку, враховуючи її низьку чисельність в окремі роки). Відлови тварин проводили за допомогою традиційного методу облікових ділянок. Проаналізовано більше 800 особин.

Аналізували зміни щільності популяцій, статевої і вікової структури, представленості функціонально-фізіологічних угруповань (ФФУ), а також традиційного набору морфометричних показників окремих особин [1, 5]. Для аналізу і порівняння варіативності показників використовували ряди мінливості, які являють собою послідовності ознак, побудовані за ступенем зростання величини їх варіювання. «Надійність» положення ознаки в ряду перевіряли за допомогою наступного критерію: різницю величин коефіцієнтів варіації (C_v) вважали суттєвою, якщо $C_{v1} - C_{v2} > S_{C_{v1}} + S_{C_{v2}}$ [7]. Для кожного організму визначали комплексний коефіцієнт варіації (КС v). Індивідуальна скорельованість є характеристикою обернено пропорційною КС v . Мінливість організмів у сукупності за комплексом ознак визначали за допомогою показника популяційної (групової) мінливості – РС v , що характеризує варіабельність організмів у виборці за ступенем скорельованості комплексу ознак [2].

Результати досліджень та їх обговорення

У табл. 1 морфометричні показники особин різних ФФУ розподілені у ряди мінливості за зростанням варіювання. Аналіз цих даних дає можливість відзначити такі особливості. Для рудої нориці характерна повна збіжність послідовностей ознак на фазах піка і депресії. Незважаючи на незмінність рядів у разі різних рівнів щільності, послідовність у ФФУ-3 (цьогорічки, що розмножуються) завжди специфічна і відрізняється від інших. У іншого виду особливий ряд мінливості властивий угрупованню, що об'єднує цьогорічників, які не залучені до відтворення (ФФУ-2), для представників інших груп ряди є незмінними на окремих фазах. У обох видів такі ознаки, як довжина стопи і маса селезінки характеризуються мінімальним і максимальним рівнем варіювання відповідно і завжди розташовані на протилежних кінцях ряду.

Сталість рядів мінливості свідчить про наявність специфічних задач, які постають перед окремими внутрішньопопуляційними угрупованнями. Проте це не виключає того, що такі задачі можуть бути реалізовані різними способами, при цьому вибір оптимального варіанту досягнення задачі не є довільним, а визначається умовами існування.

Відомо, що біосистему (організм, популяцію) можна розглядати як комплекс зв'язків між окремими структурно-функціональними елементами (ознаками) [2]. Зміни одного з елементів, які відбуваються під впливом зовнішніх факторів, неминуче позначаються на всьому комплексі. При цьому ступень варіювання окремих ознак, як правило, цілком визначена і характеризується певними межами, так званім «коридором мінливості» [7]. Вихід за межі коридору одиничної ознаки може спричинити розірвання існуючих зв'язків. Між тим пристосування до змінних умов потребує узгоджених змін у певному напрямку. Адекватним критерієм для визначення спрямованості і механізму пристосувальних змін у процесі багаторічної динаміки популяції є скорельованість ознак у окремих представників, а також у межах різних груп.

Таблиця 1

Ряди мінливості морфометричних показників в популяціях рудої і підземної нориць на різних фазах динаміки щільності населення

Група особин	Ряд мінливості										
	<i>Myodes glareolus</i>										
	Пік (83,67 ос/га)										
ФФУ-1	4	3	2	7	1	10	9	6	5	8	11
ФФУ-2	4	3	2	7	10	1	9	6	5	8	11
ФФУ-3	4	2	3	10	9	7	1	8	5	6	11
Депресія (15,97 ос/га)											
ФФУ-1	4	3	2	7	1	10	9	6	5	8	11
ФФУ-2	4	3	2	7	10	1	9	6	5	8	11
ФФУ-3	4	2	3	10	9	7	1	8	5	6	11
<i>Microtus subterraneus</i>											
Пік (33,47 ос/га)											
ФФУ-1	4	3	2	10	9	7	5	1	6	8	11
ФФУ-2	4	2	3	7	1	10	9	6	5	8	11
ФФУ-3	4	3	2	10	9	7	5	1	6	8	11
Депресія (2,67 ос/га)											
ФФУ-1	4	3	2	10	9	7	5	1	6	8	11
ФФУ-2	4	3	2	1	7	10	9	5	6	8	11
ФФУ-3	4	3	2	10	9	7	5	1	6	8	11

Примітка. 1 – маса тіла; 2 – довжина тіла; 3 – довжина хвоста; 4 – довжина стопи; 5 – загальна маса внутрішніх органів; маса окремих органів: 6 – печінки; 7 – нирки; 8 – надниркової залози; 9 – серця; 10 – легенів; 11 – селезінки.

В табл. 2 наведені результати розрахунку показників варіації для окремих вікових і статевих груп особин двох видів нориць.

Таблиця 2

Значення індивідуальних (*KCv*) і популяційних (*PCv*) показників варіації (у %) в окремих групах особин нориць у роки з різною щільністю населення

Група особин	<i>Myodes glareolus</i>				<i>Microtus subterraneus</i>			
	Пік		Депресія		Пік		Депресія	
	<i>KCv</i>	<i>PCv</i>	<i>KCv</i>	<i>PCv</i>	<i>KCv</i>	<i>PCv</i>	<i>KCv</i>	<i>PCv</i>
Juv	35,4	42,9	27,3	52,5	52,2	38,1	50,8	37,7
Ad	51,2	49,8	36,4	52,9	63,7	51,4	64,0	50,8
Самці	65,3	41,1	42,8	68,1	71,3	40,8	68,9	41,1
Самки	48,7	50,7	27,0	28,7	53,9	38,9	55,1	37,6

Звертає увагу, що індивідуальна і популяційна варіабельність ознак значно відрізняється як упродовж окремих фаз динаміки щільності, так і в окремих видів. В усіх групах популяції рудої нориці показник *KCv* є найменшим в умовах низької щільності населення. Також можна відзначити, що ювенільним особинам завжди властива більш значна скорельованість ознак, ніж дорослим.

Серед статевих груп скорельованість ознак у самок завжди є сильнішою, що особливо виражено у роки депресій (мінімальне значення *KCv* з усіх наведених). Відмінності між популяційними показниками варіації на різних фазах динаміки виражені слабше. Проте слід підкреслити той факт, що у роки депресій значення *PCv* у групі самок у 2,4 рази менше, ніж у самців. В популяції підземної нориці відмінності між значеннями *KCv* і *PCv* на окремих фазах не є достовірними, хоча індивідуальна скорельованість у середньому характеризується меншими значеннями порівняно із попереднім видом.

Видова специфіка співвідношення різних типів мінливості контрастно виявляється у разі порівняння сумарних показників варіації всіх особин (без поділу на статовікові групи) у роки з однаковою фазою динаміки щільності населення (рисунок). Легко помітити, що у рудої

нориці комплексні і популяційні коефіцієнти варіації змінюються у протифазі – зростання одного супроводжується зниженням іншого. Це відрізняється від ситуації у популяції підземної нориці. В останньому випадку сумарні показники варіації в умовах різної щільності населення майже не відрізняються, а індивідуальна варіабельність завжди перебільшує популяційну.

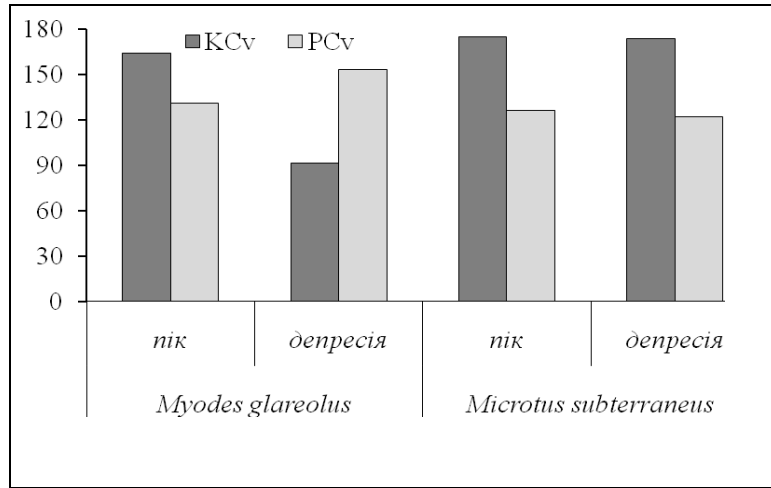


Рисунок. Співвідношення сумарних значень індивідуальних (KCV) і популяційних (PCV) показників варіації (у %) в популяціях двох видів нориць (без відокремлення внутрішньопопуляційних груп)

Узагальнити і осмислити наведені вище факти допомагають результати сукупного аналізу ступенів індивідуальної скорельованості і групової мінливості ознак у різних ФФУ двох видів нориць. Для зручності порівняння дані представлені у якісному вигляді, що дає можливість наочно відобразити існуючі закономірності (табл. 3).

Таблиця 3

Співвідношення індивідуальної скорельованості (ІС) і групової мінливості (ГМ) ознак в функціонально-фізіологічних угруповань популяцій нориць

Фаза динаміки		<i>Myodes glareolus</i>		<i>Microtus subterraneus</i>	
		Пік	Депресія	Пік	Депресія
ФФУ-1	ІС	+	+++	+	+++
	ГМ	+++	++	+++	++
ФФУ-2	ІС	++	+	+	+
	ГМ	+++	+++	+++	+++
ФФУ-3	ІС	+	+++	++	+++
	ГМ	+++	+	+++	+

Примітка. +++ – максимальна, ++ – середня, + – мінімальна ступені скорельованості

В обох популяціях особини, які залучені до відтворення (тобто, ФФУ-1 і ФФУ-3), у роки депресій відзначаються максимальною індивідуальною скорельованістю ознак, що супроводжується незначною груповою мінливістю. В умовах перенаселення (піки динаміки щільності) зафіксована протилежна ситуація – зростання показників групової мінливості, що завжди відбувається на фоні зниження індивідуальної скорельованості. Співвідношення показників ІС і ГМ кардинально відрізняється в ФФУ-2, яке об'єднує тварин, що не беруть участі у розмноженні. Цьому угрупованню на всіх фазах динаміки властива висока групова мінливість і незначна індивідуальна скорельованість. Слід ще раз наголосити, що характер співвідношення ІС і ГМ є повністю ідентичним для двох видів нориць на окремих фазах динаміки. Представлені у табл. 3 матеріали також свідчать, що на підставі зазначеного співвідношення чітко розмежовуються дві сукупності особин – група, яка бере участь у розмноженні, і група, що за різних причин не залучена до репродукції.

Вищенаведені факти вказують на суттєві відмінності у характеристиках окремих груп особин у процесі багаторічної динаміки щільності. З одного боку, це пов'язано із специфічною функцією представників різних угруповань, а з іншого – з реалізацією різних стратегій виживання популяції на певних етапах її існування. Цілком очевидно, що ключовим фактором, який визначає мінливість ознак на різних рівнях в межах внутрішньопопуляційних груп, є залучення до відтворення [3, 8]. Саме з такої позиції можна запропонувати наступне пояснення зафіксованих фактів.

У роки мінімальної щільності популяцій (депресії) кількість ресурсів у перерахунку на одну особину, як правило, високе. Тобто, можливості середовища повністю задовольняють енергетичні потреби організмів і популяції у цілому, а найчастіше здатні підтримувати існування значно більшої кількості споживачів [2]. Проте в цей час перед популяцією постає задача подальшого збільшення чисельності, що обумовлює інтенсифікацію відтворення. Частка доступної енергії, яка спрямована на репродукцію, суттєво зростає. Пріоритетною задачею стає максимально ефективно розмноження, обумовлюючи відповідне напруження метаболізму. Висока індивідуальна скорельованість є відображенням певної мобілізації можливостей організму тварин для розв'язання цієї задачі. Логічно, що такі процеси найсильніше виражені в ФФУ-1 і ФФУ-3. Аналіз на рівні статевовікових груп показав високу скорельованість ознак (найменші КСv) у групах самок і нестатевозрілої молоді. В першому випадку це зумовлено тим, що саме самки виношують, народжують та вигодовують дитинчат, отже їх енергетичні потреби та витрати в даний період зростають. В другому випадку, аналогічна ситуація у ювенільних особин обумовлена зростанням швидкості дозрівання і росту для скорішого включення у процеси розмноження. Зазначимо, що схожі результати були отримані у наших попередніх дослідженнях [3, 4].

У роки піків щільності питома кількість ресурсів суттєво знижена. Разом з іншими наслідками перенаселення (обмежена кількість доступних сховищ, внутрішньовидова конкуренція) це спричинює гальмування відтворення, а більша частина ресурсів спрямована на забезпечення власного існування. До того ж, популяція на таких етапах є найбільш гетерогенною, оскільки складається з представників більшої кількості генерацій з різними розмірами тіла, ступенем зрілості та іншими характеристиками. Ці умови сприяють зростанню групової корелятивної мінливості, що супроводжується зменшенням індивідуальної скорельованості. Ймовірно, що такі «разкорельовані» особини здатні швидше і успішніше здійснювати функціональні перебудови організму. Іншими словами, якщо виживання популяції в умовах депресії призводить до певної «уніфікації» особин різних вікових та статевих груп, то під час росту щільності аналогічна мета досягається за рахунок існування «різномісних» особин.

У цій системі окреме місце займає група цьогорічків, які не залучені до репродукції (ФФУ-2). У двох видів нориць вона завжди поєднує високу групову мінливість і незначну скорельованість ознак у індивідів. Можна вважати, що представники цього ФФУ створюють для популяції своєрідну «подушку безпеки», оскільки здатні порівняно швидко відреагувати на зміни конкретних умов (наприклад, забезпечити відновлення чисельності у разі несприятливих впливів або втрат під час зимівлі). Уявляється важливим факт, що співвідношення форм мінливості на рівні функціонально-фізіологічних угруповань є ідентичним для двох видів гризунів. Ймовірно, що універсальність знайденого феномену може бути доведеною на підставі досліджень проявів мінливості в популяціях інших видів.

Висновки

Показано, що адекватним критерієм для визначення спрямованості і механізму пристосувальних змін в процесі багаторічної динаміки популяції є скорельованість ознак у окремих представників, а також у межах різних внутрішньопопуляційних груп. Останнє обумовлено специфічною функціональною роллю окремих угруповань, а також реалізацією різних стратегій виживання популяції на певних етапах її існування. Ключовим фактором, який визначає мінливість ознак на різних рівнях, є залучення до відтворення. Виживання популяції в умовах депресії призводить до певної «уніфікації» представників різних груп, під час росту щільності аналогічна мета досягається за рахунок існування «різномісних» особин. Окрему за

специфікою мінливості групу складають особини, які не беруть участь у розмноженні, створюючи своєрідний буфер для запобігання негативному впливу факторів. Співвідношення індивідуальної скорельованості і групової мінливості на рівні функціонально-фізіологічних угруповань є ідентичним для двох видів гризунів.

1. *Ивантер Э. В.* Адаптивные особенности мелких млекопитающих: эколого-морфологические и физиологические аспекты / Э. В. Ивантер, Т. В. Ивантер, И. Л. Туманов. — Л.: Наука, 1985. — 318 с.
2. *Межжерин В. А.* Комплексные подходы в изучении популяций мелких млекопитающих / В. А. Межжерин, И. Г. Емельянов, О. А. Михалевич. — К.: Наук. думка, 1991. — 202 с.
3. *Мякушко С. А.* Індивідуальна та групова мінливість морфо-фізіологічних показників в популяції рудої полівки / С. А. Мякушко, Н. В. Човгал // Вісник Київського університету. Біологія. — 2002. — Вип. 37-38. — С. 128—130.
4. *Мякушко С. А.* Особенности внутрипопуляционной изменчивости грызунов / С. А. Мякушко, Н. В. Човгал // Уч. зап. Таврического нац. ун-та. Сер. биол. — 2003. — Т. 16, № 3. — С. 129—134.
5. *Оленев Г. В.* Роль структурно-функциональных группировок грызунов в динамике ведущих популяционных параметров / Г. В. Оленев // Развитие идей академика С. С. Шварца в современной экологии. — М.: Наука, 1991. — С. 92—108.
6. *Реймерс Н. Ф.* Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. — М.: Россия Молодая, 1994. — 367 с.
7. *Яблоков А. В.* Изменчивость млекопитающих / А. В. Яблоков. — М.: Наука, 1966. — 363 с.
8. *Zapletal M.* Long-term population fluctuations of the field vole (*Microtus agrarius*) / M. Zapletal, D. Obdrzalkova, J. Picula, M. Beklova // Plant Prot. Sci. — 2000. — Vol. 36. — P. 11—14.

С. А. Мякушко

УНЦ «Институт биологии и медицины», Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

СООТНОШЕНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ ИЗМЕНЧИВОСТИ В ПОПУЛЯЦИЯХ ДВУХ ВИДОВ ПОЛЕВОК

В работе проанализированы индивидуальная скоррелированность и групповая изменчивость признаков в популяциях грызунов. Показано, что соотношение форм изменчивости на отдельных этапах существования популяции определяется вовлечением различных внутрипопуляционных групп в воспроизводство. Характер соотношения закономерно изменяется на разных фазах многолетней динамики плотности, однако является идентичным для двух видов полевок.

Ключевые слова: изменчивость, скоррелированность, популяции, многолетняя динамика, размножение, грызуны

S. A. Myakushko

Institute of Biology and Medicine, Taras Shevchenko Kyiv National University, Ukraine

THE RATIO OF DIFFERENT FORMS OF VARIABILITY IN POPULATIONS OF TWO SPECIES OF VOLES

In article are being observed of state of populations of two species of voles (*Myodes glareolus* Schreber, 1780 and *Microtus subterraneus* de Selys-Longchamps, 1836) are analysed during phases of peak and a depression of multiannual dynamics of density. Field researches were conducted throughout the first half of summer during 2000-2013 years in the territory of Kaniv Nature Reserve. For this period in dynamics of populations of each species have been recorded for 3 years which correspond to these terminal phases. Catching of rodents and processing of primary material is carried out by traditional methods. A sample of the studied animals has made more than 800 individuals.

As a result of simultaneous analysis of parameters of individual and group variability in rodent's population the differences of state separate groups of individuals are established. On the basis of allocation of functional and physiological groups, comparison of their contribution to changes of density of populations is carried out. Specifics of this approach consist that at allocation of such groups as criterion the similarity of a functional condition of individuals connected with features of growth, development and unity of a reproductive state is accepted. The ratio of forms of variability at

separate stages of existence of population is defined by involvement in reproduction. Character of a ratio naturally changes on different phases of multiannual dynamics of density, however is identical for two species of forest voles.

It is shown that criterion for definition of an orientation and the mechanism of adaptations in the course of long-term dynamics of population is correlation of features at certain individuals, and also various intrapopulation groups. It is caused by a specific functional role of separate groups, and also realization of various strategy of survival of population at certain stages of her existence. The priority factor defining variability of signs at the different levels is participation in reproduction. Leads survivals of population in the conditions of a depression to certain "unification" of representatives of various functional and physiological communities. During population density growth such objectives are achieved due to existence of "different quality" individuals. The separate group on specifics of variability is made by individuals who don't participate in reproduction. This group always combines high group variability and insignificant correlation of features at individuals. It creates a peculiar buffer for prevention of negative impact of factors for population.

Key words: variability, correlations, populations, multiannual dynamics, breeding, rodents

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 21.11.2016

ОГЛЯДИ

УДК: 581.1:58.02

І. В. ДЕРКАЧ, Н. Д. РОМАНЮК

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005

ВПЛИВ ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТУ НА РОСЛИННІ ОРГАНІЗМИ

У огляді проаналізовано й узагальнено дані щодо механізмів адаптації рослин до умов засолення ґрунту з метою підвищення їхньої стійкості до цього чинника. Проаналізовано зміни у рослинному організмі, викликані засоленням ґрунту, та наведено основні відомі механізми адаптації у рослин, зокрема компартментація, іонне виключення, стійкість до осмотичного стресу та роль антиоксидантних систем.

Ключові слова: засолення, адаптаційні механізми, стійкість, NaCl

Засолення ґрунтів визначається як підвищення вмісту (від 0,1% маси) в ґрунті легкорозчинних, токсичних для рослин солей (карбонату натрію, хлоридів та сульфатів) із електропровідністю ґрунтового розчину вище 4 дСм/м [42]. Згідно з Savins і Whipker [64] коефіцієнт переведення одиниць електропровідності (дСм/м – дециСіменс на метр) у одиниці солоності (мг/дм³) може становити від 1 дСм/м = 640 мг/л до 1 дСм/м = 700 мг/дм³, що залежить від якісного складу розчинних солей. Згідно з даними FAO у світі близько 1 млрд га земель засолені [75]. Існує первинне (природне) і вторинне (антропогенне) засолення. Однією з причин останнього є нерациональне зрошування та використання хімічних добрив [1, 39]. У Європі площа вторинно засолених поливних земель станом на 2015 рік становила 3,8 млн га. І хоча поливні землі займають лише 17% ріллі у світі, внаслідок високої продуктивності вони забезпечують 40% продукції продовольства [18, 134]. В Україні, за даними Державного земельного кадастру, засолені ґрунти займають 1,71 млн га (рілля – 848,2 тис. га), у т. ч. слабозасолені – 1336,6 тис. га, середньозасолені – 224,3 тис. га, сильнозасолені – 116,3 тис. га, солончаки – 32,8 тис. га. Площа солонцевих ґрунтів – 2,8 млн га (переважно в межах Степу). Серед зрошуваних земель налічується близько 350 тис. га засолених, з них 70-100 тис. га вторинно засолених ґрунтів, їхня площа невпинно зростає [3 - 5, 31]. Переважаючим є натрій хлоридне засолення ґрунту.

Вивчення механізмів солестійкості рослин безпосередньо пов'язане з вирішенням проблеми забезпечення людства продуктами харчування [77, 78, 108]. За попередніми розрахунками, до 2050 року кількість людей у світі зростає на 2,3 мільярди, а потреби у продовольстві – на 70% [83]. Ступінь засоленості ґрунту визначає рівень зниження врожайності: у середньостійких культур при слабкому засоленні вона знижується на 5-20%, при середньому – 20-30%, а при сильному – 30-50% і вище [41]. Існує необхідність у визначенні основних біохімічних механізмів солестійкості таким чином, аби селекціонери змогли використовувати ці біохімічні характеристики, як критерії відбору для досягнення солестійкості окремих видів рослин, а не загалом для всіх [33, 41, 43, 58]. У більшості випадків негативний вплив засолення пов'язаний із збільшенням в рослинному організмі вмісту іонів Na⁺ та Cl⁻, причому небезпечнішим є Cl⁻ [131].

Виділяють три головні складові дії засолення на рослину: 1) осмотичний стрес, зумовлений високими концентраціями солі в ґрунтовому розчині, який порушує здатність клітин коренів поглинати вологу; 2) токсичність іонів, зокрема Na^+ та Cl^- , які безпосередньо впливають на клітинні мембрани і метаболізм у цитозолі, порушуючи поглинання та засвоєння мінеральних елементів. Як наслідок – іонний дисбаланс, що є результатом конкурування Na^+ і Cl^- із іншими мінеральними іонами, такими як K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} і NO_3^- . Цей дисбаланс також зумовлює пригнічення росту рослин [78, 83, 89] та порушення обміну речовин, спричинене токсичністю іонів і осмотичним стресом в умовах засолення. Ці первинні ефекти сольового стресу призводять до вторинних змін – сповільнення розтягування клітин, фотосинтетичної активності, функціонування мембран, пригнічення метаболізму, а також зумовлюють розвиток оксидативного стресу [54, 117, 140], що в підсумку зумовлює пригнічення росту, розвитку і продуктивності рослин [65, 145].

Солестійкість – видо- та сортоспецифічна ознака. За ступенем солестійкості рослини належать або до галофітів (краще ростуть при концентраціях солі у середовищі 200 мМ або більше), або до глікофітів, які нездатні вижити в умовах високого засолення [99]. Більшість культурних рослин – глікофіти. Найстійкішими до засолення культурами вважають ячмінь, овес, бавовник, цукровий буряк, рис та ін.; середньостійкими – яру пшеницю, столовий буряк, сою, капусту, люцерну, кінський біб та ін.; чутливими є більшість овочевих і плодкових культур [33, 120]. Солестійкість змінюється в ході онтогенезу та/або за впливу інших екологічних факторів. Для деяких видів чутливість до солей може бути найбільшою при проростанні, тоді як для інших – на етапі репродукції [62, 74, 137]. Ширший спектр солетолерантності властивий для дводольних: від надчутливих до засолення генотипів (*Arabidopsis thaliana* L.) до рослин-галофітів (*Salicornia* sp.) [6, 18, 34]. Впродовж останніх років механізми солестійкості дводольних детально вивчають із використанням двох модельних об'єктів – *A. thaliana* та типового галофіту, близькоспорідного з арабідопсисом, – *Thellungiella salsuginea* [56, 57, 61, 87, 112, 130, 144, 147]. Порівняння реакції різних за солестійкістю генотипів дає можливість ідентифікувати фізіологічні механізми, групи генів та їхніх продуктів, які забезпечують стресостійкість і можливість їхнього практичного використання при створенні солестійких сортів.

Існують прямі та непрямі методи оцінки солестійкості рослин. До першої групи належить облік змін ростової активності і продуктивності рослин в умовах засолення, до другої – фізіолого-біохімічні і біофізичні методи, які враховують зміни окремих процесів та ланок метаболізму та їхнє співвідношення із показниками прямих методів. Стандартним методом вважають визначення схожості насіння в сольових розчинах [45]. Також візуально оцінюють ростові показники, визначають відносний вміст води, рівень нагромадження Na^+ в органах, співвідношення K^+/Na^+ та $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$, масу сухої речовини коренів і пагонів та ін. [71, 115]. Як ефективний критерій для вивчення солестійкості сортів різних культур широко використовують концентрацію малонового діальдегіду (МДА) в тканинах рослин [102]. Сучасні молекулярні підходи для вивчення механізмів солестійкості передбачають використання мутантних ліній, напр. *Salt Overly Sensitive* арабідопсису (SOS1, SOS2 та SOS3) та *-omics* технологій [82, 97, 123]. Як правило, солестійкість визначають впродовж тривалого періоду (зазвичай, це корелює з врожайністю). Типовою проблемою досліджень, пов'язаних із NaCl засоленням, є дефіцит Ca^{2+} [69]. Слід зважати на те, що при внесенні у середовище солей знижується активність Ca^{2+} та інтенсивність його поглинання, а також селективність мембран для інших іонів, тому у деяких експериментах цей катіон вносять додатково [133]. Наприклад, при використанні 1/2 поживного середовища Хогланда (містить 2 мМ Ca) з додаванням 100 мМ NaCl , хімічна активність Ca^{2+} буде втричі знижуватися, що недостатньо для забезпечення біологічних потреб рослини. Детальніше класичні методи оцінювання солестійкості описано у статті Пюрко із спіавтор. [34], а з іншими методами, в т. ч. описом нового програмного забезпечення, яке використовують для аналізу солестійкості, можна ознайомитись на веб-ресурсах: [51, 126] та ін.

Ріст і розвиток рослин за дії засолення. Засолення ґрунту впливає на усі аспекти росту й розвитку рослин, у т. ч. проростання насіння, ріст пагонів і розвиток кореневої системи.

Початкові реакції на засолення схожі, а кінцеві залежать від тривалості дії стресора, ступеня стійкості і проявляються у змінах росту та розвитку рослин (рис. 1) [45, 85, 89].

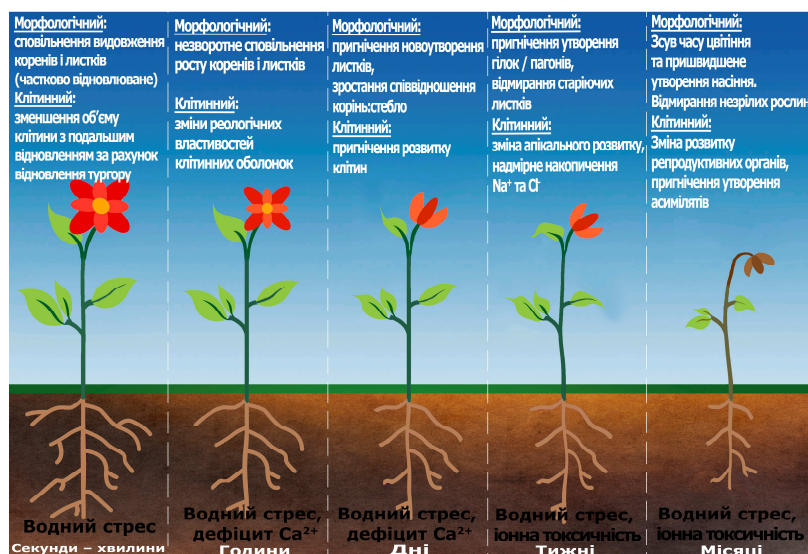


Рис. 1. Вплив тривалості дії засолення на рослини на морфологічному та клітинному рівнях (за [85], модифіковано).

У більшості культурних рослин внаслідок засолення сповільнюються процеси проростання насіння [6, 81, 86, 94, 103, 113]. Високі концентрації солі пригнічують проростання, а низькі – індукують стан спокою насіння [94]. Вплив засолення на процеси проростання проявляється шляхом 1) порушення набубнявіння внаслідок низького осмотичного потенціалу середовища; 2) змін активності ензимів метаболізму нуклеїнових кислот, білкового обміну, порушення гормонального балансу та використання запасних речовин; 3) порушення ультраструктури клітин, тканин і органів. Дані досліджень впливу засолення на проростання насіння наведено у експериментальних статтях, зокрема, для рису [139, 142], пшениці [55], кукурудзи [63, 96], салату [110].

Встановлено, що вплив засолення на проростання залежить від будови насінневої оболонки, типу спокою, віку, життєздатності насіння, температури, світла, водозабезпечення і доступності кисню [88]. Градієнт концентрації солі у ґрунтового профілі – теж один із чинників, що визначає характер проростання насіння і росту рослин: у багатьох засоленних ґрунтах на поверхні, де висівається і проростає насіння, є нижча концентрація солей, а в глибших шарах, куди проникає ростуча коренева система, концентрація солей збільшується [118].

За дії засолення також пригнічується *вегетативний ріст*, скорочується тривалість вегетаційного періоду [59, 101]. На етапі вегетативного росту існує прямопропорційна залежність між вмістом NaCl у середовищі та висотою рослини, площею листка, загальною кількістю листків, масою сирої та сухої речовини [114, 116]. Munns [106] для опису дії засолення запропонував двофазну криву росту рослин, яка актуальна й сьогодні. На *першій фазі* (від кількох хвилин до кількох днів, іони солі ще не надходять до пагонів) різке пригнічення росту зумовлене *осмотичним впливом солі* – утруднюється поглинання води коренями та значно сповільнюється швидкість росту пагонів і новоутворення листків [13, 106, 107]. Миттєвою реакцією на цю дію, яка також зменшує потік іонів до пагона, є закриття продихів і підвищення температури листка [62, 79, 119]. Ріст пагонів на цьому етапі чутливіший до сольового осмотичного стресу, ніж ріст коренів, що є типовим симптомом дії водного дефіциту [62, 84, 100]. Водночас, вже впродовж перших хвилин дії сольового стресу в клітинах коренів розвивається оксидативний вибух, активні форми кисню (АФК) виконують роль тригера каскаду передавання міжклітинних сигналів, в т. ч. за рахунок хвилеподібних змін

АФК [24, 126]. Також це призводить до пошкодження мембран і перекисного окислення ліпідів, внаслідок якого відбувається накопичення МДА.

У *другій іон-специфічній фазі* (кілька днів, тижнів; іони солі акумулюються в пагонах і порушують їхній ріст), токсичні іони нагромаджуються у тканинах пагонів [62, 100, 101, 137, 138]. Високі концентрації Cl^- порушують роботу транспортних систем коренів, внаслідок чого ці іони надходять до пагонів [137]. Іони Na^+ надходять і до листових пластинок із транспіраційним потоком. Вони токсичні вже у концентраціях у цитозолі, вищих від 10 нМ, оскільки призводять до зростання співвідношення Na^+/K^+ і порушують роботу більш ніж 50 цитозольних ензимів, ко-фактором яких є K^+ [90]. Na^+ токсичність для багатьох культурних рослин корелює з його надакумуляцією у пагонах. Na^+ особливо токсичний в листках, які завершили ріст. Наслідком його накопичення є зменшення загальної фотосинтезуючої поверхні, відтоку фотоасимілятів і зниження врожайності. Вважають, що більше зменшення площі листків щодо об'єму кореневої системи знижує водоспоживання та запобігає збільшенню концентрації солі в рослині. Цей етап повільніший, і, залежно від рівня солестійкості, може призвести до загибелі рослини. Пригнічення росту, або й відмирання листків глікофітів спостерігають уже при концентраціях 100-200 мМ NaCl [62, 93, 101].

Коренева система першою зазнає дії стресових умов, а тому її ріст і розвиток також пригнічується зі збільшенням концентрації солі у ґрунті [21, 124, 134, 146, 149]. Клітини кореня також виконують функцію сенсорної системи рослин. Розуміння значення змін будови кореневої системи (*Root System Architecture (RSA)*) в умовах засолення для продуктивності рослин – одне з важливих завдань біології рослин [92]. Ріст головного кореня, утворення бічних коренів і напрямок росту кореня – важливі складові стратегії уникнення сольового пошкодження [145, 149]. Відбувається перерозподіл маси між головним і бічними коренями, що впливає на здатність рослин поглинати воду і необхідні мінеральні елементи, в першу чергу Калій, Кальцій, Нітроген, Фосфор та Магній. Як правило, при низьких концентраціях солі спостерігають незначне стимулювання росту кореневої системи, тоді як за вищих концентрацій – інгібується ріст і головного, і бічних коренів [72, 149]. В літературі наводять суперечливі дані щодо впливу засолення на будову кореневої системи: з одного боку є дані про посилений ріст і новоутворення бічних коренів [149], з другого боку – дані про пригнічення закладання бічних коренів, зумовлене зниженням концентрації ауксину у тканинах кореня [145]. За дії помірного сольового стресу (75 мМ NaCl) у проростках арабідопсису змінюється активність апікальної та бічних меристем кореня, що корелює із змінами чутливості до АБК та співвідношенням Na^+/K^+ у пагонах рослин [134]. Посилений синтез АБК опосередковано, через гіберелінову кислоту та ІОК, стає причиною пригнічення клітинних поділів у меристемі кореня. Пригнічення росту коренів у відповідь на дію засолення досягається як за рахунок сповільнення росту розтягуванням (швидка реакція), так і за рахунок пригнічення клітинних поділів (не раніше, ніж після періоду мітотичного циклу) [124, 134, 149]. Ріст розтягуванням пригнічується внаслідок пошкодження мембран, втрату тургору, або через збільшення жорсткості клітинних оболонок [29, 78]. За дії високих концентрацій солі в апексі кореня спостерігають інтенсивну вакуолізацію клітин та відсутність типової організації тканин [62, 84]. Водночас, на пізніших фазах сольового стресу низькі концентрації АБК відновлюють активність меристем головного кореня, і утримують меристеми бічних коренів у стані спокою [92]. Слід зазначити про існування безперервного інформаційного зв'язку корінь-пагін, який реалізується за участі сигнальних молекул, і забезпечує адекватні реакції-відповіді рослин на дію стресу [69, 70, 92].

Впродовж *репродуктивної фази* засолення може спричинити зростання кількості стерильних квіток і зниження життєздатності пилку, у злаків – зменшення кількості колосків, кількості насінин у колоску і маси 1000 зернин [2]. За даними Н. А. Молдакімової та Р. Т. Омарова [31] життєздатність пилку у пшениці, залежно від сорту, знижувалася від 24% до 37%. Засолення порушує також репродуктивну фазу розвитку рослин внаслідок акумулювання токсичних іонів (Na^+ і/чи Cl^-) в генеративних тканинах, погіршення забезпечення асимілятами внаслідок зменшення площі листової поверхні і пригнічення фотосинтезу, погіршення водопостачання і/чи зсуву гормонального балансу [80, 106]. У нуту токсичні концентрації Na^+ і Cl^- було виявлено у квітках, стручках і насінні [109, 125], у томатів – в репродуктивних органах

[95]. Низьке забезпечення продуктами фотосинтезу знижує насінневу продуктивність пшениці і жита [9, 31, 105], рису [51], томатів [80], кукурудзи, нуту [91]. Вважають, що саме порушення забезпечення фотоасимілятами є основною причиною опадання квітів, плодів і насіння солечутливих генотипів за дії засолення [91, 121, 136]. Також, відбувається пришвидшення переходу до генеративної фази розвитку. Так, у пшениці процес колосіння розпочався на два тижні раніше, ніж у контролі [31].

Засолення і фотосинтез. За NaCl засолення зазнає впливу будова та функціонування фотосинтетичного апарату рослин [8, 73]. Незначне або короточасне засолення стимулює фотосинтетичну активність, а сильне, навпаки, – інгібує її [30, 48, 101]. Внаслідок реакції рослин на осмотичний стрес відбувається швидке закриття продихів, зниження швидкості транспірації та поглинання CO₂ [122]. Швидке закриття продихів знижує транспіраційні втрати води, а також впливає на стан антенних комплексів фотосистем, біохімічні реакції, і всю систему перетворення енергії в хлоропластах [30, 47, 78, 101, 137]. Зниження швидкості лінійного транспортування електронів та фотосинтетичного виділення O₂ може також проявлятися внаслідок зміни форми хлоропластів, набрякання тилакоїдів, порушення зв'язків між гранами, зменшення їхньої кількості та розмірів [8, 30].

В результаті накопичення Na⁺ у фотосинтетичних тканинах змінюється вміст і співвідношення пігментів, знижується активність фотосинтетичних ензимів в т.ч. RuBISCO [14, 102]. На ранніх етапах впливу солі, іони NaCl можуть накопичуватись у вакуолі, виконуючи роль осмотично активних речовин та підтримуючи водний баланс клітини. Це призводить до активації захисних механізмів, зокрема, підвищення активності H⁺-АТФаз плазмалеми, Na⁺/H⁺-обмінника тонопласту, зростання вмісту пігментів, тощо [18]. Так, Ю. В. Василик із співавт. [12] виявили збільшення вмісту хлорофілів, каротиноїдів та антоціанів у проростках кукурудзи на 24-ту годину дії 100 і 200 мМ NaCl. Високі концентрації солі, навпаки, призводять до різкого зниження вмісту фотосинтетичних пігментів. Оксидативний стрес, який розвивається за дії засолення, супроводжується порушенням цілісності мембран, перекисним окисненням ліпідів, порушенням роботи транспортних систем виведення іонів солі з цитоплазми та деградацією хлорофілу [16]. Збільшення вмісту хлорофілів та феофітинів в умовах засолення може слугувати одним з чинників забезпечення стійкості рослин, оскільки пігменти забезпечують скоординовану роботу електрон-транспортної системи. Тому фотопротекторні системи рослин відіграють важливу роль в умовах осмотичного стресу [30, 141]. Окрім цього, іони Cl⁻ інгібують поглинання NO₃⁻ кореневою системою, а зниження поглинання нітратів у поєднанні з осмотичним стресом також спричиняє пригнічення фотосинтезу. Ще однією причиною непродихового інгібування фотосинтезу в умовах засолення є підвищення опору дифузії CO₂ через клітинні оболонки мезофілу.

Ще однією з причин зниження інтенсивності фотосинтезу, в присутності надлишку солей, вважають швидке старіння листків. Якщо швидкість відмирання листків переважає над їхнім новоутворенням, то фотосинтетична здатність рослини не може забезпечити потребу у вуглеводах молодих листків. Це знижує швидкість їхнього росту і зумовлює зниження площі листової поверхні та продуктивності фотосинтезу [79, 101, 106, 137].

Адаптивні механізми рослин до дії засолення. Адаптивні механізми залучені в поступову акліматизацію до умов засолення, на відміну від адаптації до раптового шоку. Основні адаптивні стратегії глікофітів включають: 1) толерантність за рахунок компартментації токсичних іонів; 2) виключення іонів солі завдяки низькій іонній проникності мембран; 3) стійкість до осмотичного та іонного стресу, в умовах якого рослина функціонує, незважаючи на внутрішній іонний дисбаланс [66, 89, 101, 107, 137, 146]. Стійкість рослин до засолення визначають гени, що контролюють сприйняття сольового оточення, поглинання іонів солі з ґрунту та їхнє транспортування; врівноважують іонний та осмотичний баланс клітин коренів і пагонів; регулюють розвиток листків та початок старіння [106].

Сольовий стрес сприймається рослиною і як сигнал осмотичного стресу, і як сигнал токсичності іонів (Na⁺ та Cl⁻). Розпізнавання цих сигналів відбувається по обидва боки цитоплазматичної мембрани за участю трансмембранних рецепторів, або ж за участі цитозольних рецепторних кіназ [90]. Дані щодо розпізнавання іонів Na⁺ для більшості

клітинних систем дуже обмежені. Позаклітинний Na^+ може сприйматися мембранними рецепторами, тоді як внутрішньоклітинний – або мембранними білками, або якимось із численних Na^+ -чутливих цитоплазматичних ензимів [62, 137]. Завдяки постійному інформаційному зв'язку між кореневою системою і надземною частиною, рослина пристосовується до несприятливих умов. Відповідними інформаційними сигналами служать АБК, ІОК, м-РНК, гідравлічні сигнали та АФК. Регуляторні молекули є компонентами шляхів клітинних сигналів для факторів транскрипції і регуляторних генів. Експресія таких генетичних регуляторів під час стресу рослин була вивчена на рівні транскрипції. Зокрема, у роботі Kader, Lindberg [90] описано *Salt-Responsive ERF1* фактор транскрипції рису (*SERF1*), що регулює АФК-залежний, необхідний для адаптації транскрипційний каскад у коренях.

Компартментація іонів. Мінеральне живлення рослин залежить від активності мембранних транспортерів, які забезпечують надходження іонів із ґрунту в рослину та регулюють міжклітинний і внутрішньоклітинний розподіл. Елементний розподіл в рослинах визначають: 1) шляхи, за допомогою яких елементи транспортуються по рослині і 2) здатність до збереження елементів тих клітин, які формують чи межують із транспортним коридором елементів [68, 89]. Стійкість рослин до засолення обумовлюється катіонними та аніонними каналами; Na^+ - і Cl^- -транспортерами; генераторами протонних градієнтів – H^+ -АТФазами і H^+ -пірофосфатазами тонопласта; АТФ-синтазами хлоропластів та мітохондрій. Усі вони є компонентами системи підтримання іонного гомеостазу. Разом із основними мікро- і макроелементами, рослини поглинають і токсичні елементи [68, 74, 101]. Тому компартментація іонів Na^+ і Cl^- , необхідна умова нормальної життєдіяльності рослин, завдяки цьому збільшується концентрація цих іонів в цитозолі, особливо в клітинах мезофілу [62, 99]. Надходження Na^+ в клітину пов'язане з подібністю гідратованих іонів Na^+ і K^+ , що ускладнює їхнє розпізнавання транспортерами. Механізм солестійкості включає здатність рослин мінімізувати кількість іонів Na^+ в цитозолі, особливо в транспіруючих листках.

Оскільки центральна вакуоля займає більшу частину об'єму клітини, вона ідеально підходить для зберігання мінеральних елементів, підтримання оптимальної концентрації K^+ і Ca^{2+} в клітині, а також виключення Na^+ . Власне це і є одним із основних фізіологічних механізмів солестійкості рослин і підтримання оптимального співвідношення Na^+/K^+ у цитозолі. Чим нижчий цей коефіцієнт, тим краще рослина запобігає ушкодженням при засоленні [89, 108, 137]. На відміну від тварин, у рослинних клітинах нема Na^+ -АТФ-аз та Na^+/K^+ -АТФ-аз. Ефективне цитозольне виключення Na^+ відбувається за участі системи Na^+/H^+ антипорту тонопласта, потенційно шкідливі іони з цитозолу транспортуються у вакуолі із кислим рН [20, 37, 38, 68, 89]. Важливим регулятором експресії гена *AtNHX1*, що кодує вакуолярний Na^+/H^+ антипортер арабідопсиса є фітогормон АБК [67, 129].

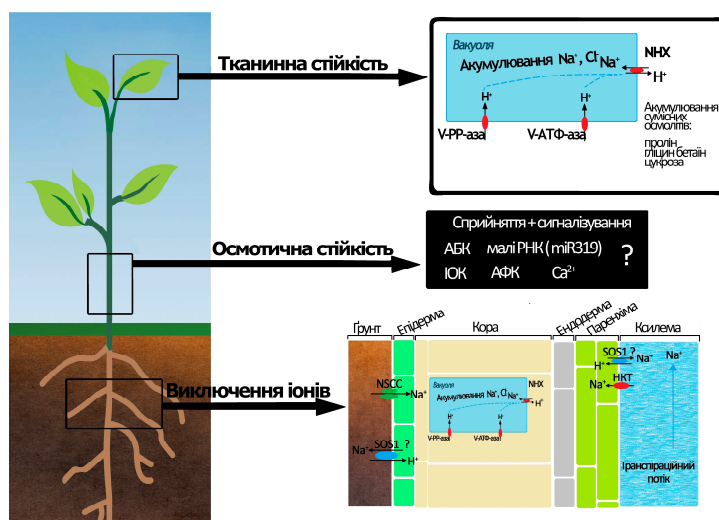


Рис. 2. Механізми стійкості рослин до дії NaCl засолення [за 120, модифіковано].

Тканинна стійкість фотосинтетичних тканин пов'язана із компартментацією токсичних іонів, насамперед у вакуолі (NHX), за участі іонних транспортерів, протонних pomp (V-PP-аза, V-ATФ-аза) та синтезом і накопиченням сумісних осмолітів. Осмотична стійкість, яка мінімізує негативний вплив солі на надземну частину рослин, пов'язана зі сприйняттям сигналу осмотичного стресу певними рецепторами і трансдукцією цього сигналу, можливо, за участі малих РНК, АФК, АБК, ІОК, іонів Ca^{2+} , SOS2, SOS3. Механізм виключення іонів стосується насамперед кореневої системи, запобігає накопиченню токсичних концентрацій Na^+ і Cl^- у надземній асимілюючій частині рослин. Механізми виключення включають вилучення Na^+ із ксилеми (HKT, NAX1 і NAX2) у коренях і тим самим зменшення накопичення Na^+ у пагонах, посилюють білки, які кодуються генами, компартментацію у вакуолях клітин кори кореня, та/або виведення іонів назад до ґрунту (SOS1).

У вакуолях іони солі функціонують як осмотичні агенти, підтримуючи потік води у клітину, що дозволяє рослинам рости на сильнозасолених ґрунтах. Антипорти використовують протонрушійну силу, що створюється завдяки вакуолярним H^+ -АТФ-азі та H^+ -PP-азі. Роль транспортних білків, таких як антипортери, іонні канали, транспортери АВС-типу, Na^+ і K^+ -транспортери, АТФ-ази цитоплазматичної мембрани і тонопласта, має основне значення для забезпечення солестійкості при виключенні Na^+ , іонного гомеостазу та компартментації розчинених речовин і амінокислот в умовах стресу [23, 62, 89, 148].

Na^+ виключення (exclusion). У більшості видів рослин, вирощених в умовах засолення, іони Na^+ швидше досягають токсичної концентрації, ніж іони Cl^- [19]. Накопичення пагонами цього іону є результатом процесів транспортування Na^+ , що відбуваються в різних органах і типах клітин, кожен з цих процесів може впливати на солестійкість рослини [89, 104]. Для досягнення цього типу стійкості, корені рослин повинні уникати поглинання більшої частини іонів солі з ґрунтового розчину, а пагін повинен уникати поступового нагромадження цих іонів до токсичного рівня. Солестійкість зернових, в т. ч. рису, твердих сортів пшениці, ячменю, зумовлена значною мірою виключенням Na^+ . Оскільки рослини випаровують майже в 50 разів більше води, ніж вони зберігають у своїх листках, виключення 98% (1/50) солі в ґрунтовому розчині призводить до стабільної концентрації Na^+ в листках [89].

Здатність рослини до виключення Na^+ з ксилеми у коренях і тим самим зменшення накопичення Na^+ у пагонах, посилюють білки, які кодуються генами *Nax1* і *Nax2*. Зокрема, продукт гена *Nax1* знижує швидкість транспортування Na^+ з кореня до пагона, і втримує Na^+ в прилистках листка [62]. Продукт іншого гена, *Nax2*, з нижчою швидкістю транспортує Na^+ з кореня до пагона і має вищу швидкість транспортування K^+ , що призводить до підвищення співвідношення K^+/Na^+ у листках. Механізм виключення Na^+ дозволяє рослині уникнути або «відкласти» проблему іонної токсичності. Однак, якщо виключення Na^+ не компенсується поглинанням K^+ , то виникає потреба в органічних осмолітах. Таким чином, рослині потрібно подолати іонну токсичність з одного боку, і втрату тургору з іншого [62, 137].

Виключення Na^+ коренями забезпечує те, що Na^+ не накопичується в токсичних концентраціях у листових пластинках. Збій у виключенні Na^+ проявляється уже через кілька днів або тижнів, залежно від виду, і викликає передчасну смерть старіючого листа [89]. Активність транспортерів, що контролюють надходження Na^+ чи Cl^- із зовнішнього розчину в клітини коренів, компартментація цих іонів у вакуолях та їхнє надходження у ксилему зростає при обробці NaCl . При пасивному надходженні Na^+ в клітини кореня із розчину, має також різко зростати його виведення. У цьому задіяні антипортери типу SOS1 та протонна помпа цитоплазматичної мембрани. Білки SOS родини: SOS3 (Ca^{2+} -зв'язуючий білок), SOS2 кінази і Ca^{2+} -залежні протеїнкінази регулюють іонний гомеостаз і солестійкість. Зокрема, SOS1 кодує Na^+/H^+ -антипортер цитоплазматичної мембрани і відіграє важливу роль в екструзії натрію і в контролі далекого Na^+ -транспортування від кореня до пагона. Цей антипортер є одним із компонентів механізму, що базується на сприйнятті сольового стресу, і включає збільшення цитозольного $[\text{Ca}^{2+}]$, оборотного фосфорилування SOS1, він діє узгоджено з SOS2 і SOS3. SOS2 кодує SNF-кінази, SOS3 кодує Ca^{2+} -зв'язуючий білок [27, 66, 128].

K^+ канали та симпортери типу HKT1 можуть також активуватись для підтримання K^+ гомеостазу. Канали, які ймовірно пропускають Na^+ , такі як неселективні катіонні канали,

можуть пригнічуватись, а катіон/ H^+ антипортери, що контролюють іонний гомеостаз органел можуть активуватись. Na^+ не надходить до ксилеми пасивно за умови істотної деполаризації мембрани, однак може потрапляти через K^+ транспортери, оскільки надходження K^+ до ксилеми здійснюється, в більшій мірі, завдяки пасивному транспорту. Можуть активуватись типи K^+ транспортерів із більшою селективністю для K^+ , щодо Na^+ .

Відкриття рослинних малих РНК, які беруть участь в абіотичних стресових реакціях, дещо допомогло зрозуміти механізми адаптації. Мікро-РНК, поміж інших функцій, є посередниками абіотичних стресових реакцій рослин, внаслідок регулювання генів, що кодують фактори транскрипції [84, 128, 146]. Останнім часом активно досліджується роль miR319 у стрес-реакціях рослин. Трансгенна *Agrostis stolonifera* із надекспресією miR319, Osa-miR319a рису проявляла підвищену соле- та посухостійкість [148]. Гормони здатні регулювати miR319 та їхні мішені, рівень експресії мішеней miR319 може залежати від їхнього вивільнення за участі miR319 та гормонального регулювання цих мішеней. На думку Zhou і співавторів [146], продукти генів, експресія яких пригнічується miR319, регулюють синтез жирних кислот та старіння листків арабідопсиса. MiR319 опосередковують реакцію цукрової тростини на АБК, позитивно регулюють ауксиновий сигнал (AUX) в рису та арабідопсиса, і обумовлюють антагоністичні відносини між ауксиновим і гібереліновим шляхами, та між сигналами гіберелової кислоти і АБК [146]. Окрім того, родини генів НКТ, що залучені у механізми солевиключення, як і система регулювання експресії генів у часі, також мають важливе значення для з'ясування функції катіон-транспортерів у солестійкості.

Осмотичне регулювання. Осмотичне регулювання рослин сприяє збереженню тургорного тиску в умовах засолення [89, 137]. Однією із основних стратегій адаптації рослин до засолення є стрес-індукована регуляція якісного складу і кількісного вмісту низькомолекулярних органічних осмолітів, які виконують функції хімічних шаперонів, антиоксидантів і сигнальних молекул. У відповідь на осмотичний стрес рослини накопичують низькомолекулярні органічні сполуки, т. з. «сумісні осмоліти» (манітол, фруктани, пролін, гліцин бетаїн та ін.). Ці сполуки не лише виконують роль осморегуляторів, а й взаємодіють із гідрофільними і гідрофобними доменами макромолекул (білкових комплексів, ензимів), стабілізуючи їхню структуру і активність та підтримуючи цілісність мембран за руйнівного впливу надмірного засолення [13, 62, 74, 78, 138]. Осмоліти можуть бути як кінцевими продуктами метаболічних шляхів, так і їхніми інтермедіатами; їхнє накопичення нетоксичне для клітини, що дозволяє безпечно змінювати осмотичний потенціал цитоплазми і вакуолі. Аліфатичні поліаміни (універсальні органічні полікатіони з високою біологічною активністю) і сумісний осмоліт пролін здійснюють регуляцію метаболізму та залучені у захисні реакції рослини у відповідь на дію ушкоджуючих абіотичних факторів [10, 11, 28, 47, 84]. Пролін відіграє важливу роль і у вільному стані, і як структурний компонент білків. Окрім своєї ролі в якості осмоліта, пролін діє як сигнальна молекула в стресових умовах, сприяє буферизації окисно-відновного потенціалу клітини, стабілізує субклітинні структури, контролює експресію генів стрес-реакцій [74, 137, 138]. В умовах сольового стресу відбувається посилення синтезу проліну і знижується швидкість його деградації [17, 26, 50, 84]. Ще одна група сумісних осмолітів – вуглеводи – прості цукри (глюкоза, фруктоза, цукроза) і крохмаль. Зміна їхнього метаболізму у процесі адаптації рослин-інтродуцентів, напр., за умов водного дефіциту, пов'язана з порушенням відтоку метаболітів, погіршенням біосинтетичних процесів і фотосинтетичної адаптації до засвоєння вуглецю в стресових для рослин умовах [15, 45, 62, 138]. Аналогічна роль відводиться поліолам, які можуть накопичуватися в умовах сольового стресу [100].

Підтримання відповідного водного статусу в умовах засолення також є функцією мембран. Осмос, на якому базується водний обмін рослинних клітин залежить як від локалізованих в ліпідному бішарі водних каналів – аквапоринів, так і безпосередньо від складу ліпідів, що формують бішар [44, 137]. Зміни експресії аквапоринів описано у багатьох роботах [98, 131, 143], це можлива реакція на раптове зморщування клітин і органел після осмотичного шоку. Швидке відновлення таких органел як хлоропласти, через аквапорини, – важлива ознака адаптації до зміни водного статусу. Роль аквапоринів у стрес-реакціях рослин на засолення

описана в оглядовій статті Z. Afzal із співавт. [53] та розділі книги [60] і ми не будемо детально зупинятися на цьому питанні.

Антиоксидантні системи. Засолення призводить до посиленого утворення активних форм кисню (АФК) [36, 66]. Для запобігання або відновлення ушкоджень рослинні клітини використовують складну систему антиоксидантного захисту [78, 79, 108]. АФК переважно генеруються в електрон-транспортних ланцюгах хлоропластів і мітохондрій, або ензиматично в інших клітинних компартментах, в т. ч. клітинній оболонці. Токсичні концентрації АФК призводять до серйозного пошкодження білків, інгібування активності ферментів і до окислення макромолекул, в т. ч. ліпідів мембран і ДНК. Усі ці явища порушують цілісність клітин і можуть призвести до їхньої загибелі [22, 78]. Основні неензиматичні антиоксиданти рослинних клітин включають вітамін С, глутатіон, вітамін Е, флавоноїди, алкалоїди та каротиноїди. Ензиматичні механізми видалення АФК у рослин включають супероксиддисмутазу (СОД), каталазу і ензими аскорбат-глутатіонового циклу. Надекспресія СОД позитивно корелює із стрес-стійкістю багатьох трансгенних рослин [25, 65, 138]. Окрім цього, феноли виступають в ролі донорів Гідрогену, відновників і гасників синглетного кисню [102]. Знешкодження АФК для відновлення окисно-відновного статусу, збереження осмотичної рівноваги, захисту та стабілізації білків і клітинних структур входять до численних захисних функцій під час засолення [78]. Багато трансгенних модифікацій в солестійкості рослин орієнтовані на гіперекспресію ензимів антиоксидантного захисту [49, 111, 128].

Отже, адаптивні фізіологічні та біохімічні реакції рослин на засолення включають сприйняття і трансдукцію сигналу; фотосинтетичної активності та продукування енергії; захист від оксидативного стресу; поглинання, виключення, транспортування та компартментацію Na^+ ; модифікування структурних компонентів клітинних оболонок і мембран та ін. Вони контролюються взаємодією сотень генів, які також перехресно реагують з іншими компонентами трансдукції стрес-сигналів. Розуміння цих взаємодій – одна із передумов створення солестійких сортів важливих культурних рослин [40, 49, 62, 89].

1. *Аверина Н. Г.* Роль метаболизма азота в формировании солеустойчивости растений ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и пшеницы (*Triticum aestivum*) / Н. Г. Аверина, Р. А. Щербаков, З. Бейзаи // Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем : Междунар. науч. конф. Минск. — 2012. — С. 20—23.
2. *Алехин Н. Д.* Физиология растений / Алехин Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф.: Под ред. И. П. Ермакова. — М.: “Academia”, 2005. — 640 с.
3. *Балюк С. А.* Класифікація зрошуваних ґрунтів України за ступенем засолення, осолонцювання та лужності / С. А. Балюк, О. А. Носоненко // Ґрунтознавство. — 2008. — Т. 9, № 3–4. — С. 27—32.
4. *Балюк С. А.* Ґрунтові ресурси України: стан і заходи їх поліпшення / С. А. Балюк // Вісн. аграрної науки. — 2010. — С. 5—10.
5. *Балюк С. А.* Екологічний стан ґрунтів України / [С. А. Балюк, В. В. Медведєв, М. М. Мірошніченко та ін.] // Укр. географ. журн. — 2012. — № 2. — С. 38—42.
6. *Белозерова А. А.* Влияние хлоридного засоления на изменчивость количественных признаков яровой пшеницы / А. А. Белозерова, М. Г. Лукашенко // Фундаментальные исследования. — 2008. — № 11 — С. 56.
7. *Білик Г. І.* Рослинність засоленних ґрунтів України / Г. І. Білик. — К.: Вид-во АН УРСР, 1963. — 300 с.
8. *Білявська Н. О.* Вплив соляного і осмотичного стресів та метіуру на фотосинтетичний апарат листків кукурудзи / [Н. О. Білявська, Н. Ю. Волошина, Н. М. Топчій та ін.] // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. — 2009. — Вип. 3. — С. 35—42.
9. *Бондарева А. О.* Влияние солевого стресса на злаковые растения [Эл. ресурс] / А. О. Бондарева, Н. А. Молдакімова // Евразийский нац. ун-т им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. — 2012. Режим доступа: <http://www.enu.kz/repository/repository2014/vliyanie-solevogostressa.pdf>.
10. *Вайнер А. А.* Участие пероксида водорода в индуцировании накопления пролина в растениях проса при действии NaCl / А. А. Вайнер, Ю. Е. Колупаев, Т. О. Ястреб // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. — 2013. — Вип. 2. — С. 32—38.
11. *Вайнер А. А.* Экзогенный пролин угнетает повышение активности антиоксидантных ферментов проростков пшеницы, вызываемое закаливающим прогревом / [А. А. Вайнер, Ю. Е. Колупаев, Т. О. Ястреб и др.] // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. — 2014. — Вип. 1. — С. 66—71.

12. *Василик Ю. В.* Вплив високих концентрацій хлориду натрію на вміст пігментів та вільнорадикальні процеси у листках проростків кукурудзи / Ю. В. Василик, В. І. Лушак // Укр. біохім. журн. — 2011. — Т. 83, № 4. — С. 94—103.
13. *Гринин А. Л.* Устойчивость растений горчицы к засолению и возможная роль пролина: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. биол. Наук : специальность 03.01.05 “Физиология и биохимия растений” / А. Л. Гринин. — М., 2010. — 130 с.
14. *Деркач І. В.* Вплив NaCl засолення на ріст та пігментну систему *Fagopyrum esculentum* Moench. та *Vicia faba* L. / І. В. Деркач, Н. Д. Романюк // Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В.Н.Каразіна. — 2015. — Вип. 25. — С. 308—319.
15. *Долгова Л. Г.* Осмотично активні речовини у формуванні стійкості рослин-інтродуцентів роду *Chaenomeles* Lindl. / Л. Г. Долгова // Питання біоіндикації та екології. — 2010. — Вип. 15, № 2. — С. 127—134.
16. *Еремченко О. З.* Содержание пигментов в растениях *Lepidium sativum* в условиях хлоридно-натриевого засоления и ощелачивания / Е. В. Лузина М. Г. Кусакина, О. З. Еремченко // Вест. Перм. ун-та. — 2014. — № 1. — С. 30—35.
17. *Ибрагимова С. С.* Частичная супрессия гена пролиндегидрогеназы увеличивает устойчивость растений к различным видам абиотических стрессов / [С. С. Ибрагимова, Я. С. Колодяжная, С. В. Герасимова и др.] // Физиол. раст. — 2012. — Т. 59, № 1. — С. 99—107.
18. *Иванов А. А.* Совместное действие водного и солевого стрессов на фотосинтетическую активность листьев пшеницы разного возраста / А. А. Иванов // Физиол. и биохим. культ. раст. — 2013. — № 2. — С. 155—163.
19. *Ісаєнков С. В.* Фізіологічні та молекулярні аспекти солевого стресу рослин / С. В. Ісаєнков // Цитол. и генетика. — 2012. — № 5. — С. 50—71.
20. *Ісаєнков С. В.* Транспортні системи тонопласта рослинних вакуоль та їх потенційне застосування у біотехнології / С. В. Ісаєнков // Biotechnol. Acta. — 2013. — Vol. 6, № 3. — С. 9—22.
21. *Кабузенко С. Н.* Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физиолого-биохимические функции растений на ранних этапах онтогенеза: автореф. дис. на соиск. уч. степени д-ра. биол. наук: 03.00.12 “Физиол. растений” / С. Н. Кабузенко. — К. ун-т им. Т. Шевченко, 1997. — 47 с.
22. *Карпец Ю. В.* Фунгицид седаксан предотвращает окислительные повреждения проростков пшеницы и повышает их устойчивость к осмотическому и высокотемпературному стрессам / [Ю. В. Карпец, Ю. Е. Колупаев, Т. О. Ястреб и др.] // Вісн. Харків. нац. агр. ун-ту. Сер. Біологія. — 2016. — Вип. 1. — С. 103—110.
23. *Коваленко Н. О.* Экспрессия генов H^+ -АТФаза плазматических мембран клеток корней кукурудзы за умов солевого стресу та дії біоактивних препаратів / Н. О. Коваленко, Т. О. Палладіна // Доп. НАН України. — 2013. — № 7. — С. 151—155.
24. *Колупаев Ю. Е.* Активные формы кислорода при адаптации растений к стрессовым температурам / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец // Физиол. и биохим. культ. раст. — 2009. — Т. 41, № 2. — С. 95—108.
25. *Колупаев Ю. Е.* Активные формы кислорода и стрессовый сигналинг у растений / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец // Укр. Biochem. J. — 2014. — Vol. 86, № 4. — Р. 18—35.
26. *Колупаев Ю. Е.* Проллин: физиологические функции и регуляция содержания в растениях в стрессовых условиях / Ю. Е. Колупаев, А. А. Вайнер, Т. О. Ястреб // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. — 2014. — Вип. 2. — С. 6—22.
27. *Колупаев Ю. Е.* Сигнальные посредники в реализации физиологических эффектов стрессовых фитогормонов / [Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец, Т. О. Ястреб и др.] // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. — 2016. — Вип. 1. — С. 42—62.
28. *Колупаев Ю. Е.* Роль сигнальных систем і фитогормонів у реалізації стресових реакцій рослин / Ю. Е. Колупаев, І. В. Косаківська // Укр. ботан. журн. — 2008. — Т. 65, № 3. — С. 418—430.
29. *Ктиторова И. Н.* Информативность биофизических параметров при выяснении причин торможения роста корней в стрессовых условиях / И. Н. Ктиторова, О. В. Скобелева, К. Г. Агальцов // Физиол. раст. — 2011. — Т. 59, № 1. — С. 134—142.
30. *Кузнецова С. А.* Влияние засоления на показатели фотосинтетической активности растений / [С. А. Кузнецова, Д. А. Климачев, С. Н. Карташов и др.] // Вестник МГОУ. Сер. «Естественные науки». — 2014. — № 1. — С. 63—68.
31. *Молдакимова Н. А.* Солевой стресс и устойчивость растений / Н. А. Молдакимова, Р. Т. Омаров // Вестн. ПГУ им. С. Торайгырова. — 2012. — Вип. 4. — С. 47—54.
32. *Новикова А. В.* Исследования засоленных и солонцовых почв. Генезис, мелиорация, экология / А. В. Новикова. — Х.: КП «Друкарня № 13», 2009. — 740 с.

33. Палладіна Т. О. Залежність адаптогенної дії препарату метіур на рослини за умов сольового стресу від його молекулярної структури / Т. О. Палладіна, Ж. І. Рибченко, О. О. Контурська // Біотехнологія. — 2012. — Т. 5, № 1. — С. 115—120.
34. Панкова Е. И. Методические рекомендации по использованию материалов аэрофотосъемки для оценки засоления почв и проведения солевых съемок орошаемых территорий хлопкосеющей зоны в крупных и средних масштабах / Панкова Е. И., Мазиков В. М. — М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 1985. — 73 с.
35. Пюрко О. Є. Основи солестійкості рослин та методи її вивчення / [О. Є. Пюрко, М. М. Мусієнко, Є. О. Казаков та ін.] // Вісн. Запорізьк. держ. ун-ту. — 2001. — № 1.
36. Радюкіна Н. Л. Участие низкомолекулярных антиоксидантов в кросс-адаптации лекарственных растений к последовательному действию UV-B облучения и засоления / Н. Л. Радюкіна, В. Тоайма, Зарипова Н. Р. // Физиол. раст. — 2012. — Т. 59, № 1. — С. 80—88.
37. Рибченко Ж. І. Вплив синтетичних адаптогенних препаратів на функціонування вакуолярної H⁺-АТФази в клітинах коренів кукурудзи за умов засолення / Ж. І. Рибченко, Т. О. Палладіна // Доп. НАН України. — 2011. — № 5. — С. 177—179.
38. Рибченко Ж. І. Функціонування Na⁺-H⁺-антипортерів плазматичних і вакуолярних мембран у рослинних клітинах за умов засоленого середовища та вплив на них біологічно активних препаратів / Ж. І. Рибченко, Т. О. Палладіна // Доп. НАН України. — 2013. — № 2. — С. 158—162.
39. Роменський В. Ю. Вплив зрошення і мінерального удобрення на рівень родючості ґрунту при вирощуванні польових культур в умовах південного Степу України / В. Ю. Роменський // Бюл. Ін-ту сільськ. госп-ва степової зони. — 2011. — № 1. — С. 140—144.
40. Січняк О. Л. Солестійкість та особливості спектрів пероксидази та естерази у пшенично-чужорідних гібридів за умов сольового стресу / [О. Л. Січняк, В. А. Топтіков, А. А. Поліненко та ін.] // Вісн. Сумськ. нац. аграр. ун-ту. — 2012. — Вип. 2, № 23. — С. 191—197.
41. Соловых Н. В. Диагностика солеустойчивости растений рода *Rubus* биотехнологическим методом / Н. В. Соловых // Вестн. МичГАУ. — 2010. — № 1. — С. 68—72.
42. Тищенко Е. Н. Генетическая инженерия с использованием генов метаболизма L-пролина для повышения осмотолерантности растений / Е. Н. Тищенко // Физиол. раст. и генетика. — 2013. — Т. 5, № 46. — С. 488—500.
43. Токарева И. В. Роль гидрологических условий в мобилизации органического вещества почв криолитозоны Средней Сибири / И. В. Токарева, А. С. Прокушкин, С. Г. Прокушкин // Лесоведение. — 2008. — № 3. — С. 39—46.
44. Цыдендамбаев В. Д. Жирнокислотный состав липидов вегетативных органов галофита *Suaeda alissima* при разном уровне засоления среды / [В. Д. Цыдендамбаев, Т. В. Иванова, Л. А. Халилова и др.] // Физиол. раст. — 2013. — Т. 60, № 5. — С. 700—711.
45. Чижикова О. А. Роль амінокислот і цукрів у підтриманні осмотичного гомеостазу у проростках кукурудзи за умов сольового стресу та оброблення зернівок синтетичними регуляторами росту / О. А. Чижикова, Т. О. Палладіна // Укр. біохім. журн. — 2006. — Т. 78, № 1. — С. 124—129.
46. Шабетя О. М. Экспрес-методи оцінки вихідного селекційного матеріалу овочевих культур / О. М. Шабетя // Селекція і насінництво. — 2008. — Вип. 96. — С. 223—227.
47. Шевякова Н. И. Влияние АБК на содержание пролина, полиаминов и цитокининов в растениях хрустальной травки при солевом стрессе / [Н. И. Шевякова, Л. И. Мусатенко, Л. А. Стеценко и др.] // Физиол. раст. — 2013. — Т. 60, № 6. — С. 784—792.
48. Шевякова Н. И. Регуляция абсцизовой кислотой содержания полиаминов и пролина в растениях фасоли при солевом стрессе / [Н. И. Шевякова, Л. И. Мусатенко, Л. А. Стеценко и др.] // Физиол. раст. — 2013. — Т. 60, № 2. — С. 192—204.
49. Шихмуратов А. З. Генетические аспекты солеустойчивости культурных растений / А. З. Шихмуратов // Известия ДГПУ. — 2011. — № 1. — С. 46—49.
50. Юркевич Л. Н. Оцінка зразків жита різної плідності на стійкість до засолення субстрату [Електронний ресурс] / Л. Н. Юркевич, Б. О. Задорожній // Режим доступу до журн.: www.potopalsky.kiev.ua/docs/materiali20forumu/ozdorovlennia/26a.doc
51. Abdullah Z. Causes of Sterility in Seed Set of Rice under Salinity Stress / Z. Abdullah, M. A. Khan, T. J. Flowers // J. of Agron. and Crop Sci. — 2001. — Vol. 187, Issue 1. — P. 25—32.
52. Abrol P. Saline Soils And Their Management [Електронний ресурс] / P. Abrol, J. S. P. Yadav, F. I. Massoud // Soils Bull. FAO. — 1988. — Vol. 39, Ch. 3. Режим доступу до журн. : <http://www.fao.org/docrep/x5871e/x5871e04.htm>.
53. Afzal Z. The Roles of Aquaporins in Plant Stress Responses / Z. Afzal, T. C. Howton, Y. Sun et al. // J. Dev. Biol. — 2016. — Vol. 4, № 9. — P. 1—22.

54. *Ahmad P.* Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.) / P. Ahmad, K. ul R. Hakeem, A. Kumaret al. // *Afr. J. of Biotechnol.* — 2012. — Vol. 11. — P. 26944—27003.
55. *Akbarimoghaddam H.* Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars / H. Akbarimoghaddam, M. Galavi, A. Ghanbari // *Trakia J. of Sci.* — 2011. — Vol. 9. — P. 43—50.
56. *Amtmann A.* Learning from Evolution: *Thellungiella* Generates New Knowledge on Essential and Critical Components of Abiotic Stress Tolerance in Plants / A. Amtmann // *Mol. Plant.* — 2009. — Vol. 2. — P. 3—12.
57. *Amtmann A.* Abiotic Stress and Plant Genome Evolution. Search for New Models / A. Amtmann, H. J. Bohnert, R. A. Bressan // *Plant Physiol.* — 2005. — Vol. 138. — P. 127—130.
58. *Ashraf M.* Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants / M. Ashraf, J. C. Harris // *Plant Sci.* — 2004. — Vol. 166. — P. 3—16.
59. *Bayat H.* Impact of exogenous salicylic acid on growth and ornamental characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.) under salinity stress / H. Bayat, M. Alirezaie, H. Neamati // *J. of Stress Physiol. & Biochem.* — 2012. — Vol. 8, № 1. — P. 258—267.
60. *Bhardwaj R.* Aquaporins: Role Under Salt Stress in: Plants / R. Bhardwaj, I. Sharma, M. Kanwar et al. // *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress.* — 2013. — Ch. 8. — P. 213—248.
61. *Bressan R.* Learning from the *Arabidopsis* Experience. The Next Gene Search Paradigm / R. A. Bressan, C. Zhang, H. Zhanget al. // *Plant Physiol.* — 2001. — Vol. 127. — P. 1354—60.
62. *Carillo P.* Salinity Stress and Salt Tolerance / [P. Carillo, M. G. Annunziata, G. Pontecorvo et al.] // *Abiotic Stress in Plants — Mechanisms and Adaptations.* — 2011. — Ch. 2. — P. 21—38.
63. *Carpici E. B.* The effects of salt stress on the growth, biochemical parameter and mineral element content of some maize (*Zea mays* L.) cultivars / E. B. Carpici, N. Celik, G. Bayram // *Afr. J. of Biotechnol.* — 2010. — Vol. 9, № 41. — P. 6937—6942.
64. *Cavins T. J.* pH and EC Meters – Tools for Substrate Analysis / [T. J. Cavins, J. L. Gibson, B. E. Whipker et al.] // *NCSU Floriculture Research Report.* — 2000. — 4 pp.
65. *Chen Z.* Heterologous Expression of a Halophilic Archaeon Manganese Superoxide Dismutase Enhances Salt Tolerance in Transgenic Rice / [Z. Chen, Y. H. Pan, L.Y. An et al.] // *Russ. J. of Plant Physiol.* — 2013. — Vol. 60, № 3. — P. 369—376.
66. *Ciarmiello L. F.* Plant Genes for Abiotic Stress / [L. F. Ciarmiello, P. Woodrow, A. Fuggi et al.]: ed. Prof. Arun Shanker // *Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations.* — 2011. — P. 283—308.
67. *Conde A.* Membrane Transport, Sensing and Signaling in Plant Adaptation to Environmental Stress / A. Conde, M. M. Chaves, H. Gerós // *Plant Cell Physiol.* — 2011. — Vol. 52. — P. 1583—1602.
68. *Conn S.* Comparative physiology of elemental distributions in plants / S. Conn, M. Gilliam // *Ann. of Bot.* — 2010. — Vol. 105. — P. 1081—1102.
69. *Cramer G. R.* Ion activities in solution in relation to Na^+ – Ca^{2+} interactions at the plasmalemma / G. R. Cramer, A. Läuchli // *J. of Exp. Bot.* — 1986. — Vol. 37. — P. 321—330.
70. *Cramer G. R.* Sodium—calcium interactions under salinity stress / G. R. Cramer // *Salinity: Environment-Plants-Molecules.* — 2002. — Ch. 10. — P. 205—227.
71. *Dasgan H.* Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses / H. Y. Dasgana, H. Aktasa, K. Abak // *Plant Sci.* — 2002. — Vol. 163. — P. 695—703.
72. *Ding D.* Differential expression of miRNAs in response to salt stress in maize roots / [D. Ding, L. Zhang, H. Wang et al.] // *Annals of Bot.* — 2009. — Vol. 103. — P. 29—38.
73. *Dinnyen J. R.* Traversing organizational scales in plant salt-stress responses / J. R. Dinnyen // *Curr/ Opin. in Plant Biol.* — 2015. — № 23. — P. 70—75.
74. *Elkahoui S.* Physiological and ultrastructural responses of *Catharanthus roseus* cell suspension to salt Stress / [S. Elkahoui, Z. Barhoumi, N. Djéba et al.] // *Russ. J. of Plant Physiol.* — 2013. — Vol. 60, № 2. — P. 240—245.
75. *FAO & IFAD.* Status of the World's Soil Resources (SWSR) // Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils (Rome, Italy). — 2015. — 648 pp.
76. *FAO.* The state of food and agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nations (Rome, Italy). — 2011. — 147 pp.
77. *Fita A.* Breeding and Domesticating Crops Adapted to Drought and Salinity: A New Paradigm for Increasing Food Production / A. Fita, A. Rodríguez-Burruezo, M. Boscaiu et al. // *Front. Plant Sci.* — 2015. — Vol. 6 — P. 1—14.
78. *Fraire-Velázquez S.* Abiotic Stress in Plants and Metabolic Responses / S. Fraire-Velázquez, V. E. Balderas-Hernández // *Abiotic Stress – Plant Responses and Applications in Agriculture.* — 2013. — Ch. 2. — P. 25—48.

79. *Genga A.* Plant Metabolomics: A Characterisation of Plant Responses to Abiotic Stresses / [A. Genga, M. Mattana, I. Coraggio et al.]: ed. Prof. Arun Shanker // Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations. — 2011. — Ch. 14. — P. 309—350.
80. *Ghanem M.* Impact of salinity on early reproductive physiology of tomato (*Solanum lycopersicum*) in relation to a heterogeneous distribution of toxic ions in flower organs / [M. E. Ghanem, J. van Elteren, A. Albacete et al.]: Ed. Prof. Arun Shanker // Funct. Plant Biol. — 2009. — Vol. 36. — P. 125—136.
81. *Gomes-Filho E.* Cowpea ribonuclease: properties and effect of NaCl-salinity on its activation during seed germination and seedling establishment / [E. Gomes-Filho, C. R. F. M. Lima, J. H. Costa et al.] // Plant Cell Reports. — 2008. — Vol. 27. — P. 147—157.
82. *Gupta B.* Plant Abiotic Stress: “Omics” Approach / [B. Gupta, J. Saha, A. Sengupta et al.] // J. of Plant Biochem. & Physiol. — 2013. — Vol. 1. — P. 1—2.
83. *Gupta B.* Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization / B. Gupta, B. Huang // Intern. J. of Genomics. — 2014. — Vol. 2014. — P. 1—18.
84. *Hamdia M. A.* Salt tolerance of crop plants / M. A. Hamdia, M. A. Shaddad // J. of Stress Physiol. & Biochem. — 2010. — Vol. 6, № 3. — P. 64—90.
85. *Hasanuzzaman M.* Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages / M. Hasanuzzaman, K. Nahar, M. Fujita: Eds. P. Ahmad // Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress. — 2013. — Ch. 2. — P. 25—87.
86. *Ibrahim E.* Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds / E. A. Ibrahim // J. Plant Physiol. — 2016. — Vol. 192. — P. 38—46.
87. *Inan G.* Salt Cress. A Halophyte and Cryophyte *Arabidopsis* Relative Model System and Its Applicability to Molecular Genetic Analyses of Growth and Development of Extremophiles / [G. Inan, Q. Zhang, P. Li et al.] // Plant Physiol. — 2004. — Vol. 171. — P. 1718—1737.
88. *Jafar M. Z.* Improving the Performance of Wheat by Seed Priming Under Saline Conditions / [M. Z. Jafar, M. Farooq, M. A. Cheema et al.] // J. of Agron. and Crop Sci. — 2012. — Vol. 198. — P. 38—45.
89. *Javid M.* Current Knowledge in Physiological and Genetic Mechanisms Underpinning Tolerances to Alkaline and Saline Subsoil Constraints of Broad Acre Cropping in Dryland Regions / M. Javid, M. Nicolas, R. Ford : ed. Prof. Arun Shanker // Abiotic Stress in Plants — Mechanisms and Adaptations. — 2011. — Ch. 9. — P. 195—214.
90. *Kader M. A.* Cytosolic calcium and pH signaling in plants under salinity stress / M. A. Kader, S. Lindberg // Plant Signaling & Behavior. — 2010. — Vol. 5, № 3. — P. 233—238.
91. *Kahn H. A.* Vegetative and reproductive growth of salt-stressed chickpea are carbon-limited: sucrose infusion at the reproductive stage improves salt tolerance / H. A. Kahn, K. H. M. Siddique, T. D. Colmer // J. Exp. Bot. — 2016. — P. 1—11.
92. *Kawa D.* Phosphate-dependent root system architecture responses to salt stress / [D. Kawa, M. M. Julkowska, H. M. Sommerfeld et al.] // Plant Physiol. — 2016. — Vol. 171, № 3. — 16 p.
93. *Khan H. A.* Salt sensitivity in chickpea: Growth, photosynthesis, seed yield components and tissue ion regulation in contrasting genotypes / H. A. Khan, K. H. Siddique, R. Munir // J. Plant Physiol. — 2015. — Vol. 182. — P. 1—12.
94. *Khan H. A.* Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress / M. H. Khan, S. K. Panda // Acta Physiologiae Plantarum. — 2008. — Vol. 30. — P. 81—89.
95. *Khatun S.* Effect of salinity on seed set in rice / S. Khatun, T. J. Flowers // Plant, Cell Environ. — 1995. — Vol. 18. — P. 61—87.
96. *Khodarahmpour Z.* Morphological Classification of Maize (*Zea mays* L.) Genotypes in Heat Stress Condition / Z. Khodarahmpour // J. of Agricult. Sci. — 2012. — Vol. 4. — P. 31—40.
97. *Kim S.* Integrating omics analysis of salt stress-responsive genes in rice / S. Kim, H. Jeong, K. Jung // Genes & Genomics. — 2015. — Vol. 37, № 8. — P. 645—655.
98. *Liu C.* Aquaporin OsPIP1;1 promotes rice salt resistance and seed germination / [C. Liu, T. Fukumoto, T. Matsumoto et al.] // Plant Physiol. and Biochem. — 2013. — Vol. 63. — P. 151—158.
99. *Lokhande V. H.* Prospects of Halophytes in Understanding and Managing Abiotic Stress Tolerance / V. H. Lokhande, P. Suprasanna // Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change. — 2012. — Ch. 2. — P. 29—56.
100. *Maggio A.* Saline agriculture in Mediterranean environments / [A. Maggio, S. De Pascale, M. Fagnano et al.] // Ital. J. of Agronomy. — 2011. — Vol. 6. — P. 36—43.
101. *Maksimovic I.* Effects of Salinity on Vegetable Growth and Nutrients Uptake / I. Maksimovic, Ž. Ilin : ed. Dr. Teang Shui Lee // Irrigation Systems and Practices in Challenging Environments. — 2012. — Ch. 9 — P. 169—190.
102. *Miljuš-Djukić J.* Differential response of three contrasting pea (*Pisum arvense*, *P. sativum* and *P. fulvum*) species to salt stress: assessment of variation in antioxidative defence and miRNA expression / [J. Miljuš-

- Djukić, N. Stanisavljević, S. Radović et al.] // Austral. J. of Crop Sci. — 2013. — Vol. 7, № 13. — P. 2145-2153.
103. Miransari M. Plant hormones and seed germination / M. Miransari, D. L. Smith // Environ. and Experimental Botany. — 2014. — Vol. 99. — P. 110—121.
104. Møller I. S. Shoot Na⁺ Exclusion and Increased Salinity Tolerance Engineered by Cell Type-Specific Alteration of Na⁺ Transport in *Arabidopsis* / I. S. Møller, M. Gilliham, D. Jha [et al.] // The Plant Cell. — 2009. — Vol. 21, № 7. — P. 2163—2178.
105. Munns R. 1999. Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley / R. Munns, H. M. Rawson // Austr. J. Plant Physiol. — 1999. — Vol. 26. — P. 459—464.
106. Munns R. Genes and salt tolerance: bringing them together / R. Munns // New Phytologist. — 2005. — Vol. 167. — P. 645—663.
107. Munns R. Mechanisms of salinity tolerance / R. Munns, M. Tester // Annu. Rev. Plant Biol. — 2008. — Vol. 59. — P. 651—681.
108. Munns R. Salinity tolerance of crops — what is the cost? / R. Munns, M. Gilliham // New Phytologist. — 2015. — Vol. 208. — P. 668-673.
109. Murumkar C. V. Influence of salt stress on biochemical processes in chickpea, *Cicer arietinum* L. / C. V. Murumkar, P. D. Chavan // Plant and Soil. — 1986. — Vol. 96. — P. 439—443.
110. Nasri N. Effect of Salinity on Germination, Seedling Growth and Acid Phosphatase Activity in Lettuce / [N. Nasri, I. Saïdi, R. Kaddour et al.] // Amer. J. of Plant Sci. — 2015. — Vol. 6. — P. 57—63.
111. Ondrasek G. Soil Salinisation and Salt Stress in Crop Production / G. Ondrasek, Z. Rengel, S. Veres : ed. Prof. Arun Shanker // Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations. — 2011. — Ch. 8. — P. 171—190.
112. Pang Q. Comparative proteomics of salt tolerance in *Arabidopsis thaliana* and *Thellungiella halophila* / [Q. Pang, S. Chen, S. Dai et al.]// J. Proteome Res. — 2010. — Vol. 9. — P. 2584—2599.
113. Panuccio M. R. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa / [M. R. Panuccio, S. E. Jacobsen, S. S. Akhtar et al.] // AoB Plants. — 2014. — Vol. 6. — 18 pp.
114. Porcel R. Arbuscular mycorrhizal symbiosis ameliorates the optimum quantum yield of photosystem II and reduces non-photochemical quenching in rice plants subjected to salt stress / [R. Porcel, S. Redondo-Gómez, E. Mateos-Naranjo et al.] // J. of Plant Physiol. — 2015. — Vol. 185. — P. 75—83.
115. Protocols for Pre-Field Screening of Mutants for Salt Tolerance in Rice, Wheat and Barley / [S. Bado, B. P. Forster, A.V.A. Ghanim et al.] // IAEA. Springer-open, 2016. — 37 p.
116. Qados Abdul A.M.S. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.) / A.M.S. Abdul Qados // J. of the Saudi Soc. of Agricult. Sci. — 2011. — Vol. 10. — P. 7—15.
117. Rahdari P. Salinity Stress: A Review / P. Rahdari, S. M. Hoseini // Tech. J. Engin. & App. Sci. — 2011. — Vol. 1, № 3. — P. 63—66.
118. Rahnama A. A screening method to identify genetic variation in root growth response to a salinity gradient / [A. Rahnama, R. Munns, K. Poustini et al.] // J. of Exper. Bot. — 2011. — Vol. 62, № 1. — P. 69—77.
119. Rajendran K. Quantifying the three main components of salinity tolerance in cereals / K. Rajendran, M. Tester, S. J. Roy // Plant Cell Environ. — 2009. — Vol. 32. — P. 237—249.
120. Roy S. J. Salt resistant crop plants / S. J. Roy, S. Negrao, M. Tester // Curr. Opin. in Biotechnol. — 2014. — Vol. 26. — P. 115—124.
121. Ruan Y.-L. Molecular regulation of seed and fruit set / Y.-L. Ruan, J. W. Patrick, M. Bouzayen et al. // Trends in Plant Sci. — 2012. — Vol. 17. — P. 656—665.
122. Saglam A. Leaf rolling reduces photosynthetic loss in maize under severe drought / [A. Saglam, A. Kdioglu, M. Demiralay et al.] // Acta Bot. Croat. — 2014. — Vol. 2. — P. 315—332.
123. Salt Stress in Plants: Signalling, Omics and Adaptations / Editors: Ahmad P., Azooz M. M., Prasad M. V. — Springer-Verlag New York, 2013. — XV, 509 p.
124. Sánchez-Calderón L. Root Development and Abiotic Stress Adaptation / L. Sánchez-Calderón, M. E. Ibarra-Cortés, I. Zepeda-Jazo // Abiotic Stress – Plant Responses and Applications in Agriculture. — 2013. — Ch. 5. — P. 135—168.
125. Samineni S. Salt sensitivity of the vegetative and reproductive stages in chickpea (*Cicer arietinum* L.): Podding is a particularly sensitive stage / [S. Samineni, K. H. M. Siddique, P. M. Gaur et al.] // Environ. and Exper. Bot. — 2011. — Vol. 71. — P. 260—268.
126. Schmidt R. The contribution of SERF1 to root-to-shoot signaling during salinity stress in rice / [R. Schmidt, C. Caldana, B. Mueller-Roeber et al.] // Plant Signaling & Behavior. — 2014. — Vol. 9. — 9 p.
127. Selected Methods in Applied Plant Stress Research [Электронный ресурс] // Methods. — Режим доступа до журн. : www.plantstress.com/methods/.
128. Shavrukov Y. Salt stress or salt shock: which genes are we studying? / Y. Shavrukov // J. of Exper. Bot. — 2013. — Vol. 64, № 1. — P. 119—127.
- 104 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2016, № 3-4 (67)

129. Shi H. Regulation of expression of the vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter gene AtNHX1 by salt stress and ABA / H. Shi, J.-K. Zhu // Plant. Mol. Biol. — 2002. — Vol. 50 — P. 543—550.
130. Shiri M. Moderate salinity reduced phenanthrene-induced stress in the halophyte plant model *Thellungiella salsuginea* compared to its glycophyte relative *Arabidopsis thaliana*: Cross talk and metabolite profiling / M. Shiri, M. Rabhib, C. Abdelly [et al.] // Chemosphere. — 2016. — Vol. 155. — P. 453—462.
131. Suga S. Aquaporin Isoforms Responsive to Salt and Water Stresses and Phytohormones in Radish Seedlings / S. Suga, S. Komatsu, M. Maeshima // Plant Cell Physiol. — 2002. — Vol. 43, № 10. — P. 1229—1237.
132. Tavakkoli E. High concentrations of Na⁺ and Cl⁻ ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress / E. Tavakkoli, P. Rengasamy, G. K. McDonald // Exp. Bot. — 2016. — Vol. 67. — P. 4449—59.
133. Tester M. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants / M. Tester, R. Davenport // Ann. Bot. — 2003. — V. 91, № 5. — P. 503—527.
134. Testerink C. Root morphology changes upon salt stress / C. Testerink // Plant Physiol. — 2014. — 33 p.
135. The impact of Irrigation on Agricultural Productivity: Evidence from India: Triennial Conference, Foz do Iguaçu (Brazil, 18—24 August, 2012) / [S. Jin, W. Yu, Hans G. P. Jansen et al.] // 2012. — 38 p.
136. Turner N. C. Salinity tolerance and ion accumulation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) subjected to salt stress / [N. C. Turner, T. D. Colmer, J. Quealy et al.] // Plant and Soil. — 2013. — Vol. 365. — P. 347—361.
137. Tuteja N. Improving Crop Resistance to Abiotic Stress / [Editors: Tuteja N., Gill S. S. et al.] // Wiley-Blackwell. — 2012. — Vol. 1, № 4. — P. 71—87.
138. Vahdati K. Abiotic Stress Tolerance in Plants with Emphasizing on Drought and Salinity Stresses in Walnut / K. Vahdati, N. Lotfi // Abiotic Stress — Plant Responses and Applications in Agriculture. — 2013. — Ch.10. — P. 307—365.
139. Vibhuti. Seed germination and seedling growth parameters of rice (*Oryza sativa*) varieties as affected by salt and water stress / [Vibhuti, C. Shahi, K. Bargali et al.] // Ind. J. of Agricult. Sci. — 2015. — Vol. 85, № 1. — P. 102—108.
140. Volkov V. Salinity tolerance in plants. Quantitative approach to ion transport starting from halophytes and stepping to genetic and protein engineering for manipulating ion fluxes / V. Volkov // Front. in Plant Sci. — 2015. — Vol. 6. — P. 1—25.
141. Vujčić V. Physiological and biochemical responses of *Fibigia triquetra* (DC.) Boiss. to osmotic stress / V. Vujčić, S. Brkanac // Acta Bot. Croat. — 2014. — № 2. — P. 347—358.
142. Xu G.-Y. A novel rice calmodulin-like gene, OsMSR2, enhances drought and salt tolerance and increases ABA sensitivity in *Arabidopsis* / [G.-Y. Xu, P. S. C. F. Rocha, M.-L. Wang et al.] // Planta. — 2011. — Vol. 234. — P. 47—59.
143. Yang S. The action of aquaporins in cell elongation, salt stress and photosynthesis / S. Yang, L. Cui // Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao. — 2009. — Vol. 25, № 3. — P. 321—327.
144. Yastreb T. O. Content of Osmolytes and Flavonoids under Salt Stress in *Arabidopsis thaliana* Plants Defective in Jasmonate Signaling / T. O. Yastreb, Yu. E. Kolupaev, A. A. // Appl. Biochem. and Microbiol. — 2016. — Vol. 52. — P. 210—215.
145. Zhao Y. SOS3 mediates lateral root development under low salt stress through regulation of auxin redistribution and maxima in *Arabidopsis* / [Y. Zhao, T. Wang, W. Zhang et al.] // New Phytologist. — 2010. — Vol. 189. — P. 1122—1134.
146. Zhou M. Constitutive Expression of a miR319 Gene Alters Plant Development and Enhances Salt and Drought Tolerance in Transgenic Creeping Bentgrass / [M. Zhou, D. Li, Z. Li et al.] // Plant Physiol. — 2013. — Vol. 161. — P. 1375—1391.
147. Zhu J.-K. Plant salt tolerance / J.-K. Zhu // Trends in Plant Sci. — 2001. — Vol. 6, № 2. — P. 66—71.
148. Zhu J.-K. Regulation of ion homeostasis under salt stress / J.-K. Zhu // Curr. Opp. in Plant Biol. — 2003. — Vol.6. — P. 441—445.
149. Zolla G. Mild salinity stimulates a stress-induced morphogenic response in *Arabidopsis thaliana* roots / G. Zolla, Y. M. Heimer, S. Barak // J. of Exp. Bot. — 2010. — Vol. 61, № 1. — P. 211—224.

И. В. Деркач, Н. Д. Романюк

Львовский национальный университет имени Ивана Франко

ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

В обзоре проанализированы и обобщены данные относительно механизмов адаптации растений к условиям NaCl засоления почвы с целью повышения их устойчивости к данному фактору. Проанализированы изменения в растительном организме, вызванные засолением почвы и приведены основные известные механизмы адаптации растений, в частности

компартиментализация, ионное исключение, устойчивость к осмотическому стрессу и роль антиоксидантных систем.

Ключевые слова: засоление, адаптационные механизмы, устойчивость, NaCl

I. V. Derkach, N. D. Romaniuk

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

THE IMPACT OF SOIL SALINITY ON PLANTS

This article intends to examine the mechanisms of plant adaptation to soil salinity and describe avenues to increase salt tolerance of plants. The ways in which salt affects plants, through osmotic stress in particular, salt ions toxicity and levels of oxidative stress are analyzed. In Ukraine, according to the State Land Reports, saline soils occupy 1.71 mln hectares (arable land – 848.2,000 ha), including low salinized 1336.6,000 ha, medium salinized – 224.3,000 ha, severely salinized – 116.3,000 ha. The predominant salt is sodium chloride. Most of the negative effects of salinity are caused by an increase in the content of Na⁺ and Cl⁻ ions, the latter being the most harmful. Direct and indirect methods of assessment of the plant salt tolerance are described, which include analysis of plant growth and productivity under salt environment in situ, as well as physiological, biochemical and biophysical methods that demonstrate changes of individual metabolic processes and their correlation with the direct methods. There is a direct dependence between the content of the NaCl in the environment and the growth and development of crops at the stage of vegetation. Salinity may also adversely affect the reproductive phase of plant growth because of the growing number of sterile flowers, reduced pollen viability, decreasing number of spikelets and seeds. Influence of different concentrations of salinity on the photosynthetic activity is described; low salt concentrations can enhance the photosynthetic activity, whereas high concentrations may impede it. The important role for the ions compartmentalization is played by membrane transporters regulating inter-cellular and intracellular distribution of ions. The function of vacuoles maintaining the optimum ratio of Na⁺/K⁺ in the cytosol is described. Ion exclusion, including Na⁺ exclusion, is another mechanism of plant adaptation. Na⁺ ions can reach toxic concentrations faster than ions of Cl⁻, because roots of tolerant plants are able to avoid absorption of these ions, and shoots are likely to avoid their accumulation too. The ability of plants to exclude the Na⁺ from the roots and thus to reduce the accumulation of Na⁺ is enhanced by the proteins encoded by Nax1 and Nax2 genes. The Na⁺ efflux from the root cells involves antiporters SOS1 and proton pump of plasma membrane. This antiporter is part of the mechanism, based on the level of salt stress, which entails an increase in cytosolic [Ca²⁺] reversible phosphorylation SOS1, together with SOS2 and SOS3, SOS2 coding SNF-kinases, SOS3 – Ca²⁺-binding protein. The role of micro-RNAs, particularly miR319 as a regulator of genes encoding transcription factors in stress tolerance is determined. Plants Resistant to osmotic stress plants are able to maintain turgor pressure under the influence of salinity. The important role in the osmotic tolerance is played by compatible osmolytes, low molecular organic compounds. Antioxidant systems are necessary to prevent damage from ROS, which are formed at high salt concentrations.

Physiological and biochemical plant responses to salinity include the level of salt stress and salt signal transduction; responses implying changes in photosynthetic activity; production of phytohormones, antioxidant activities; acquisition, exclusion, transport and cellular compartmentalization of Na⁺ ions; modifying structural components of cell walls and membranes, etc. They are controlled by the interaction of hundreds of genes that also cross-react with other components of the stress signals transduction. Understanding these interactions is one of the prerequisites for creating salt-tolerant varieties of most important crops.

Key words: salinity, adaptation mechanisms, tolerance, NaCl

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 19.09.2016

УДК 546.72: 574.5: 597.5

О. О. РАБЧЕНЮК, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ

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

ФЕРУМ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ: ФОРМИ ЗНАХОДЖЕННЯ, БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ТА ТОКСИЧНІСТЬ ДЛЯ РИБ

В огляді проаналізовано вміст та роль сполук феруму у природних водах, особливості його метаболізму та токсичності для риб. Охарактеризовано основні методи екоаналітичного контролю феруму в гідроекосистемах. Відмічено, що метал може існувати у водних екосистемах у розчинній та нерозчинній формах, у вигляді сполук двох- та трьохвалентного феруму. Відзначено, що потреби риб у ферумі можуть значно варіювати залежно від видових особливостей риб, проте вони значно нижчі порівняно із ссавцями. Показано, що токсична дія сполук металу обумовлюється не тільки концентрацією та формами знаходження у водному середовищі, але й фізико-хімічними показниками води та фізіологічним станом організму риб, які суттєво впливають на біодоступність та швидкість засвоєння металу.

Ключові слова: гідроекосистеми, ферум, токсичність, метаболізм, риби

Форми знаходження феруму в природних водах. Форми існування металу в гідроекосистемах детермінуються багатьма чинниками і процесами, що визначають надходження [20, 46], концентрацію і просторово-часовий розподіл металів у водних об'єктах [9, 16]. Ці процеси можна розділити на: фізичні (розведення, випаровування, осідання), хімічні (комплексоутворення, гідроліз) та біологічні (сорбція).

У водних екосистемах метали можуть знаходитись у складі простих і складних гідратованих катіонів та аніонів, мінеральних та органічних колоїдів, сполук адсорбованих на суспендованих у воді мінеральних та органічних частинках, низько- і високомолекулярних комплексних сполук з неорганічними і органічними лігандами різної структури і стійкості, акумульованих гідробіонтами та зв'язаних донними відкладами сполук [14].

Ферум є одним з найбільш поширених елементів у земній корі, але через низьку міграційну здатність концентрація металу в природних водах дуже мала і його прийнято відносити до числа мікроелементів [93]. Основним джерелом підвищених концентрацій сполук феруму у водному середовищі є процеси вивітрювання гірських порід, вилуговування металу із шахтних звалищ, промислові стоки [29, 53].

Концентрації феруму коливаються від $\text{нг}\cdot\text{л}^{-1}$ в морському середовищі [73] до $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$ в прісноводних екосистемах, що забрудненні шахтними водами [92]. Ферум існує у воді у різних ступенях окиснення залежно від чинників навколишнього середовища. Двовалентний ферум (Fe (II)) більш розчинний, ніж його трьохвалентна форма (Fe (III)). Fe (III) утворює слабкі зв'язки з комплексоутворюючими агентами і, як правило є, більш біодоступним для еукаріот [83].

Ферум може зустрічатися в природних водах у наступних формах: істинний розчин (сполуки двовалентного феруму, прозора безбарвна вода), нерозчинна форма (тривалентний ферум, прозора вода з коричнево-бурим осадом або яскраво вираженими пластівцями), у вигляді колоїдів (неорганічних – $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, FeS та органічних), у вигляді комплексних сполук, насамперед органічних, і у вигляді тонкодисперсної суспензії ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, FeS – забарвлена жовтувато-коричнева вода, осад з якої не випадає навіть при тривалому відстоюванні) [13].

Співвідношення форм феруму у природній воді залежить від температури, величини рН, наявності хелатуючих агентів і вмісту кисню [45]. Так, за нейтральних рН і в добре аерованих водоймах, Fe (III) є більш термодинамічно стабільним і Fe (II) може становити всього 0,2-0,7% Fe від його загальної кількості у верхніх шарах водойми [66]. Напіврозпад Fe (II) може бути від декількох секунд в збагачених киснем лужних умовах [72], до декількох годин за низьких значень окисно-відновного потенціалу та рН [86].

Переважає більшість Fe (III) у воді утворює нерозчинні оксиди, гідроксиди та гідроксооксиди феруму, які випадають в осад з розчину. На швидкість окислення Fe²⁺ в природних водах впливає наявність гумінових і фульвокислот, а також величина рН. Нерозчинні оксиди та гідроксиди осідають на дно, що значно обмежує їх доступність для гідробіонтів. Утворений при окисленні Fe(OH)₃ малорозчинний (при рН = 4 – близько 0,05 мг·л⁻¹, а при більш високих – тисячні частки мг), але може бути присутнім в розчині в колоїдному стані, в якому, мабуть, і є однією з основних форм існування феруму в поверхневих водах. Стійкість колоїдного феруму значно підвищується за присутності у воді гумусових речовин. Випадання заліза в осад з цього комплексу відбувається за участю бактерій, що руйнують органічну речовину [47, 48].

За участю бентосу та сприятливих окисно-відновних умов може проходити перетворення Fe(III) в Fe (II), який потім може дифундувати в товщі води [83]. У відповідь на низькі концентрації Fe (III) деякі бактерії та фітопланктон можуть виділяти низькомолекулярні сполуки, так звані сидерофори, які мають високу спорідненість до Fe (III) [89]. Це збільшує концентрацію біодоступних ферумвмісних комплексів у воді. Гідробіонти, які секретують сидерофори, можуть поглинати ферум за допомогою спеціалізованої Fe (III) – сидерофорної системи [41].

Деякі організми (ниткоподібні водорості, лишайники) мають мембранні ферум-хелат редуктази, що ефективно зв'язують Fe (III) у комплекс відновлюючи Fe (III) до Fe (II), який стає доступний для поглинання [93].

У більшості прісноводних водойм важливу роль щодо мобільності, розчинності та біодоступності мікоелементів відіграють розчинні органічні речовини (РОР), наприклад, гумінові та фульвокислоти [63]. Зовнішні фактори, такі як сонячне світло, особливо ультрафіолетове випромінювання, з участю сидерофорів чи гумінових кислот можуть ініціювати процес відновлення Fe (III) до Fe (II), як в морських, так і прісноводних акваторіях [73]. Разом з тим основними формами міграції заліза в поверхневих прісних водах є суспендовані і колоїдні форми, що досягають 95 – 97% валового його вмісту в річкових водах та 65 – 85 % у водах озер і водосховищ. Встановлено, що річки світу щорічно виносять у середньому близько $9,6 \cdot 10^8$ т феруму [73].

У водах озер і водосховищ концентрація феруму зазвичай вище, ніж у річках. Концентрація металу схильна до сезонних коливань, що обумовлено зміною рН, окисно-відновного потенціалу, вмісту вуглекислого газу, сірководню, органічних речовин, мікрофлорою водойм, уповільненням стоку, інтенсивністю ґрунтового живлення тощо [67].

Методи аналізу та контролю феруму в гідроекосистемах. В Україні прісноводні екосистеми функціонують в режимі високих антропогенних навантажень [8, 11]. У різних за походженням та цільовим призначенням водоймах об'єднано діють сапробні та токсичні агенти, у тому числі й метали [19]. Зміни гідрохімічного режиму часто призводить до зниження біопродуктивності водойм, порушення функціонування метаболічних систем гідробіонтів. Тому за вмістом металів та їх сполук у природних водах, особливо у водоймах питного та рибогосподарського призначення, необхідно постійно проводити екоаналітичний контроль, оскільки їх концентрації в природних водах нерідко виявляються небезпечними. Невисокі допорогові концентрації металів у воді часто призводять до хронічного отруєння водних організмів. Ускладнюється оцінка вмісту металів у воді великою різноманітністю їх форм, що в свою чергу передбачає специфічність прийомів відбору, консервування та зберігання проб для аналізу.

Хіміко-аналітичний аспект проблеми визначення форм існування металів у природних водах хоча й був сформульований близько 20 років тому, проте лише з появою новітніх методів аналізу ця задача стала доступною для вирішення [5].

За екоаналітичного контролю водних об'єктів необхідно приділяти велику увагу питанням відбору репрезентативної проби та інтерпретації отриманих результатів. Загальні принципи відбору проб, для визначення вмісту металів, зводяться до наступних положень:

1. Відібрана проба повинна бути репрезентативною, тобто типовою для всього досліджуваного об'єкта.

2. Відбір проби, зберігання, транспортування і робота з нею повинні проводитися так, щоб не відбулося змін у вмісті визначених компонентів або в властивостях води від моменту відбору проби до її аналізу.
3. Вибір способу консервування проби і її об'єм повинні проводитися з урахуванням використовуваного методу лабораторного аналізу.
4. Всі умови відбору проби повинні чітко документуватися [15, 17].

Найчастіше для визначення у воді металів використовують такі аналітичні методи: атомно-абсорбційна спектроскопія (ААС) з полум'яним детектором, атомно-абсорбційна спектроскопія в графітовій печі, атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-AES), мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) [60, 87].

Методика ICP-AES характеризується найвищою чутливістю (менше 0,02 мкг·л⁻¹). Для методів ААС чутливість та точність дещо нижчі (20 мкг·л⁻¹). Межі виявлення для інших методів знаходяться в діапазоні від 0,7 до 3 мкг·л⁻¹.

Вміст металів можна визначати з меншою точністю і чутливістю, використовуючи колориметричні методи. Часто фотометричні методи доцільніше використовувати на практиці у випадках, коли непотрібна висока чутливість визначень з огляду їх відносної простоти у виконанні та невисокої вартості [88]. Серед електрохімічних методів найчастіше використовують йонселективні електроди, потенціометрію, інверсійну вольтамперометрію (ASV) [65].

Зазначені методики дозволяють кількісно визначати лише валовий вміст металу, але не забезпечують визначення багатогранності хімічних форм та видів металів у воді. Для розділення різних форм металів вищевказані методики комбінують з техніками відокремлення та концентрування, такими як екстракція, йонселективна, рідинна, газова хроматографія, електрохімічні методи тощо [31].

При визначенні загального вмісту металів у природних і стічних водах, що містять значну кількість комплексоутворюючих речовин, органічних сполук, у ряді методик передбачається попередня пробопідготовка. Найчастіше використовують мокре озонення, яке включає 20 хв кип'ятіння проби з HCl і (NH₄)₂S₂O₈ або обробку проби за кип'ятіння з сумішшю концентрованих сульфатної та нітратної кислот з подальшим випаровуванням до парів сульфатної кислоти [2].

Порівняно недавно в Україні в якості національного, був прийнятий міжнародний стандарт визначення ряду елементів, включно феруму та купруму [10]. Метод базується на вимірюванні інтенсивності випромінювання атомів хімічних елементів, що виникає при розпиленні аналізованої проби в індуктивно збудженій радіочастотним електромагнітним полем аргонів плазмі.

Досить часто в національних і міжнародних стандартах представлена атомно-абсорбційна спектроскопія [12, 60]. Наприклад, ISO 8288 встановлює три методи визначення Cd, Ni, Cu, Pb і Zn у воді атомно-полум'яною абсорбційною спектроскопією: метод А – пряме визначення; метод В – визначення після екстракційного вилучення хелатів аналізованих металів з 1-пірролідиндітіокарбаматом амонію метилізобутилкетонем; метод С – визначення після екстракційного вилучення хелатів аналізованих металів при рН 2-4 з гексаметиленамонієм-гексаметилендітіокарбаматом сумішшю розчинників діізопропілкетон-ксилол. Метод А застосовують, коли концентрації елементів, що аналізуються, порівняно великі і немає заважаючих чинників. Коли проби мають складну невідому природу або містять високі концентрації розчинених мінеральних речовин, застосовують методи В, С.

Отже, на сьогодні велика кількість новітніх методів аналізу забезпечує визначення різних форм металів у поверхневих водах з високою чутливістю та точністю (в окремих методах межі визначення – 10⁻¹⁵ г) [5].

Проте, незважаючи на це, часто аналітичні визначення не дають повного уявлення про якість води, особливо у водоймах рибогосподарського призначення. Це обумовлено тим, що ці методики не завжди дозволяють оцінити біологічну небезпеку води для гідробіонтів [4]. Відомо, що токсичність металів у воді залежить від низки чинників: температури, рН середовища, іонної сили розчину, вмісту кисню, присутності хелатуючих агентів, характеру

живлення організму [6]. Тому перспективнішими та інформативнішими для оцінки токсичності середовища і якості води є методи біоіндикації та біотестування, які часто доповнюють фізико-хімічні методи аналізу металів.

Для біоіндикації якості вод можуть бути використані практично всі групи організмів, що населяють водойми: водорості, макрофіти, планктонні і бентосні безхребетні, нижчі і вищі хребетні тварини [3]. Кожна з груп гідробіонтів, виступаючи в ролі біологічного індикатора, має свої переваги і недоліки, які й визначають межі її використання для оцінки забруднення середовища металами [14].

Отже, в цілому для ефективного контролю якості об'єктів водного середовища актуальним і необхідним є розробка комплексних, інтегральних методик з використанням фізико-хімічних та біологічних методів.

Метаболізм феруму в організмі риб. Ряд металів (Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Ni, Co, Se, Cr, V) є життєво необхідними для гідробіонтів, у тому числі і риб. Більше третини всіх білків вимагають металу-кофактора для нормального функціонування [77]. Металопротеїни здатні виконувати широкий спектр біологічних функцій: ферментативних, транспортних, медіаторних та ін. У металопротеїнах метали-мікроелементи є найважливішими компонентами, що стабілізують структуру білка або входять в активний центр ферменту [95].

Чи не найважливішим за біологічним значенням з переліку металів є ферум, адже за його участю функціонують ферменти ланцюга транспорту електронів, який є основою аеробного дихання організмів [93]. Широкий спектр природних і антропогенних джерел обумовлює надходження феруму у середовище. Метал не піддається біологічному розпаду і, як тільки він потрапляє у навколишнє водне середовище, відбувається його біосорбція з можливим подальшим акумулюванням у структурних компонентах організму гідробіонтів [35, 91].

Біоконцентрування феруму здійснюється за низьких концентрацій і є важливим з екологічної точки зору. Нестача його може викликати ряд захворювань або призводити до смерті. Однак біонакопичення може становити потенційну небезпеку навіть за незначного зростання концентрації металу у воді. Це пов'язано з тим, що біологічна функція металів у організмі риб здійснюється за низьких концентрацій, а надмірне їх акумулювання може призводити до хронічного чи гострого отруєння [93].

Біонакопичення феруму залежить від еволюційних та екологічних характеристик гідробіонтів, способу їх життя та живлення, фізико-хімічних параметрів водного середовища. Токсичний ефект, навіть за дії підвищених концентрацій біогенних металів, може проявлятися на усіх рівнях організації живого: молекулярному, клітинному, тканинному, організмовому, популяційному тощо [80]. Тому дуже важливим є питання про те, як організм риб підтримує життєво необхідні кількості металів за їх різних концентрацій у воді.

Ферум є необхідним металом для життя тварин в середовищі, багатому киснем, входить до складу низки гемових (гемоглобін, мітохондріальні та мікросомальні цитохроми, каталаза та ін.) та негемових (трансферин, феритин, мітоферин тощо) протеїнів та відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах клітини [93].

Потреби риб у ферумі можуть значно варіювати залежно від видових особливостей, проте вони значно нижчі порівняно із ссавцями [79, 90]. Біоконцентрування металу становить значний ризик для здоров'я риб. Так, відмічено в м'якій воді швидке накопичення феруму (впродовж 2 год.) в зябрах даніо з подальшим тканинним розподілом. Екскреція відбувається також досить швидко: $>50\%$ ^{59}Fe впродовж 24 год. [34]. Авторами роботи [51] показано акумулювання феруму в печінці коропа за довготривалого впливу Fe у концентрації $1\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$.

Слід відзначити, що доступність металів для риб у товщі води визначається концентрацією або акваіонів металів, або найпростіших комплексів з неорганічними іонами. Присутність інших комплексоутворюючих речовин, насамперед органічних, знижує поглинання та захищає рибу від підвищених концентрацій металів [76]. Проте авторами роботи [40] було показано, що комплекси феруму з гуміновими кислотами є легкодоступними для поглинання зябрами прісноводних риб.

Тканинні концентрації металу варіюють залежно від виду риб та сезону [93]. Зважаючи на важливе значення феруму для метаболізму (першочергово функція гемоглобіну), його рівень

у риб досить високий і в середньому складає міліграми на кілограм вологої тканини [44]. Вміст феруму суттєво варіює залежно від виду тканин: вищим він є у печінці та зябрах (сотні міліграм Fe на кілограм), нижчим у м'язах (десятки міліграм Fe на кілограм) [93].

Поглинання феруму у риб є жорстко регульованим вискоєфективним процесом на відміну від екскреції металу [78]. Поглинання і метаболізм сполук заліза в риб вивчені недостатньо, проте вони мають багато спільного з іншими хребтними [90]. Поглинання здійснюється двома основними шляхами: через зябра та кишково-шлунковий тракт риб між якими існує чітка взаємодія (рис. 1).

Кількість поглинутого феруму через зябра значно менша, ніж через кишечник, що дозволяє припустити, що кишково-шлунковий тракт відіграє домінуючу роль у поглинанні металу [39].

У раціоні риб та ссавців ферум може бути представлений як в гемовій, так і негемовій формі. Більшість досліджень сорбції феруму присвячено проблематиці поглинання негемової форми металу. Насьогодні існує дискусія з приводу наявності та функціонування кишкового транспортера гемового феруму у тварин [57].

Проте у періоди, коли з їжею надходить недостатня кількість Fe, роль надходження феруму через зябра зростає. Так, райдужна форель потенційно може поглинати близько 85% Fe через зябра від щоденно рекомендованої норми [40].

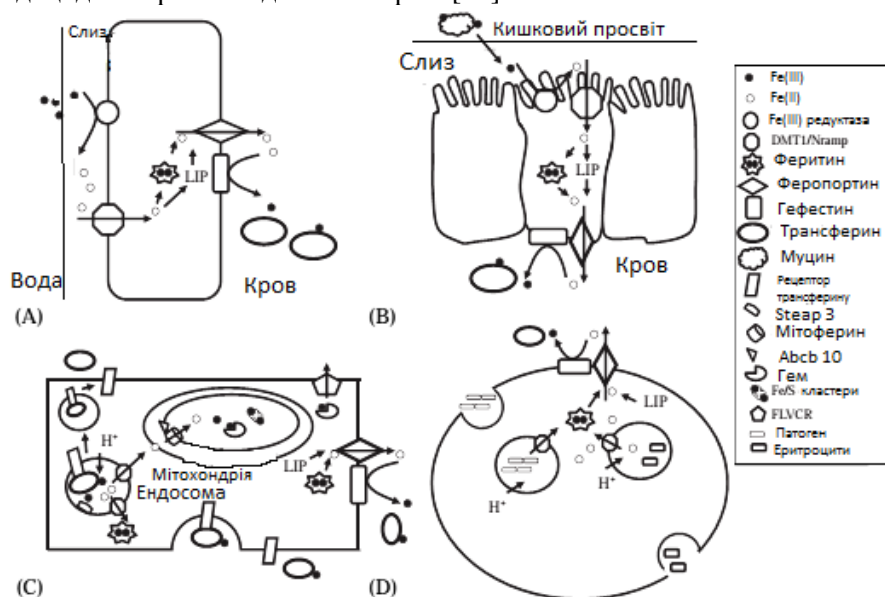


Рис. 1. Механізми поглинання та внутріклітинного транспорту феруму (Fe) у риб; (A) – клітина зябер; (B) – ентоцит; (C) – клітина внутрішніх тканин; (D) – макрофаг [93].

В зябрах риб (рис. 1 (A)) сполуки феруму (III) адсорбуються слизом і проникають до апікальної мембрани клітин зябер, де відновлюються за допомогою мембранозв'язаної Fe (III)-редуктази, аналогічної з ссавцями, чи зовнішніх відновників (наприклад, аскорбату) до Fe (II) [36]. Слід відзначити, що Fe (II) є більш біодоступним для зябрового поглинання, ніж Fe (III) [40]. Fe (II) є субстратом для Fe^{2+}/H^{+} симпортера – транспортного білка двовалентних металів 1 (DMT1) [62].

Після того як ферум потрапляє до клітин зябер, він зв'язується феритином або поповнює пул незв'язаного феруму (LIP). Експорт Fe (II) відбувається через трансмембранний транспортний білок ферропортин [21]. Феропортин пов'язаний з мембранною фероксидазою гепестином, що в свою чергу окислює Fe (II) до Fe (III) [55]. Гомологи гепестину ще не повністю вивчені у риб. Fe (III) зв'язується з трансферином плазми крові і циркулює в організмі риб [93].

В кишечнику риб Fe (III) зв'язується з муцином, зберігаючи розчинність у кишково-шлунковому тракті (рис. 1 (Б)). У дванадцятипалій кишці, комплекс муцин-Fe (III) проникає крізь слизову оболонку епітелію кишечника [75]. Після цього етапу процес поглинання феруму подібний до зябрових клітин [93].

Fe (III) – трансферин з током крові переноситься до інших тканин, де зв'язується на поверхні клітинної мембрани з рецептором трансферину після чого проникає в клітину шляхом ендцитозу (рис. 1 (С)). Протонний насос збільшує внутрішню кислотність в ендосомі та забезпечує відокремлення Fe-трансферину від його рецептора і Fe (III) від трансферину. Локалізована всередині ендосоми Fe (III) редуктаза (так звана Stear 3), відновлює Fe (III) до Fe (II). Fe (II) виводиться з ендосом за допомогою DMT1. Рецептор трансферину та апотрансферину повторно рециркулюють [84, 24]. Після цього цитозольний ферум у незв'язаному вигляді чи у вигляді комплексу з феритином транспортується у мітохондрії або експортується з клітини з допомогою феропортину.

У всіх клітинах Fe транспортується до мітохондрій, бо це необхідно для забезпечення синтезу гема і Fe/S кластерних протеїнів, а в еритроїдних тканинах відбувається синтез гемоглобіну. У костистих риб, синтез гемоглобіну, як правило, проходить в ретикуло-ендотеліальних клітинах строми селезінки та в нирках [23].

Не зовсім зрозуміло, як ферум транспортується через зовнішню мембрану мітохондрій. Внутрішню мембрану мітохондрій він перетинає за допомогою мітоферину [69]. Процес відбувається за участі АТФ-зв'язаного касетного транспортного білка Abcb10, який взаємодіє з мітоферином та полегшує імпорт феруму до мітохондрій [22]. Fe (II) доставляється до ферменту ферохелатази, де він окислюється і включається до гему або Fe / S кластерних протеїнів [25, 38]. Гем експортується з клітини за допомогою специфічного транспортного білка – підгрупа с рецептора віруса котячої лейкемії (FLVCR) [61].

Макрофаги клітин беруть участь в утилізації феруму від старіючих еритроцитів і захисті від патогенних мікроорганізмів (рис. 1 (D)). Старіючі еритроцити поглинаються макрофагами. Протонна помпа знижує значення рН, що забезпечує руйнування еритроцитів лізосомальними ферментами, а ферум вивільняється внаслідок утилізації гему гемоксигеназою 1 [74].

Нині вважають, що Fe (II)/H⁺ транспортери риб є симпортерами, функціонування яких забезпечує ефективне експортування Fe (II) з лізосоми шляхом збільшення у ній концентрації H⁺ [32].

Вивільнений ферум зв'язується феритином (або у незв'язаній формі) та виводиться з макрофага через феропортин у кров, де зв'язується трансферином [59]. Дуже незначна кількість феруму в організмі риб знаходиться у незв'язаній формі. Як правило, зберігання і транспортування металу здійснюється у вигляді складних металопротейнових комплексів. Аналіз літератури показує, що молекулярні характеристики ферумвмісних протеїнів риб схожі з металопротейнами ссавців. Найважливішими Fe вмісними протеїнами, що забезпечують депонування та транспорт феруму є феритин та трансферин [93].

Трансферин (TF) є глікопротеїном, що містить близько 690 амінокислот, дуже ефективно зв'язує Fe (III) і транспортує його з током крові до внутрішніх органів. Синтезується в основному в печінці тварин [82]. Гомологи до людського трансферину були знайдені у великій кількості видів риб [81]. Поглинання Fe-трансферинового комплексу (Fe-TF) із сироватки до клітин органів відбувається через рецептор трансферину [84].

Ферритин. Основний протеїн внутрішньоклітинного зберігання металу в розчинній біодоступній нетоксичній формі з молекулярною масою 450 кДа. Протеїн складається з 24 субодиниць, які утворюють чотири спіральні пучки для формування сферичної оболонки, всередині якої може зберігатися до 4500 атомів феруму [27].

Незважаючи на те, що ферум може вивільнятися з епітеліальних клітин за допомогою феропортину, вважають, що у риб не існує механізмів регуляції екскреції металу з організму [70]. Контроль за кількістю феруму в організмі тварин здійснюється за рахунок жорсткої регуляції поглинання феруму в зябрах та кишківнику. Лише невеликі кількості Fe можуть бути виведені за допомогою печінки (через жовчні протоки) [30] і нирок [58].

В окремих випадках виведення феруму може відбуватися унаслідок злущування епітелію в кишечнику риб. Так, у *Gulf toadfish* Перської затоки після початкового етапу накопичення Fe у кишковому епітелії риб (приблизно 120 хв) поглинання сповільнюється і залишається постійним впродовж 60 хв. Згодом концентрація Fe знову зростає. Очевидно, повільна стадія накопичення обумовлена злущенням епітелію [39].

Основним регулятором поглинання і розподілу феруму у всіх органах тварин є пептид гепсидин – ферум-регулюючий гормон [71]. Ген гепсидину кодує препептид з 84-амінокислотних залишків, який розщеплюється з утворенням активного пептиду, що включає 20-26 амінокислотних залишків [54]. Основним місцем синтезу поліпептиду та його регуляції є печінка, проте можливе його утворення і в інших тканинах, особливо у риб [49].

Гепсидин регулює посттрансляційну експресію феропортину. Гепсидин зв'язується з феропортином і викликає його інтерналізацію і деградацію в ендолізосомах, що, у свою чергу, блокує транспорт феруму через феропортин [54]. Коли кількість металу є достатньою або надлишковою, підвищена експресія гепсидина гальмує поглинання кишкового феруму, виділення утилізованого металу з макрофагів і його транспорт через плаценту. З іншого боку, коли запаси феруму низькі, утворення гепсидину пригнічується. За разуюнок модуляції експресії гепсидина, організм може контролювати вміст феруму в плазмі та підтримувати гомеостаз метаболізму Fe у тварин в цілому [28]. Проте, контроль за процесами поглинання і розподілу феруму у риб може бути складнішим, ніж у ссавців. Це пов'язано з тим, що у риб виявлено ряд ізоформ гепсидину: п'ять у *Pseudopleuronectes americanus* [56], сім у *Acanthopagrus schlegelii* [50], чотири в *Pagrus auriga* [68]. Вважають, що синтез тих чи інших ізоформ гепсидина обумовлюється змінами у метаболізмі феруму, що в свою чергу детермінується адаптацією риб до абіотичних чинників середовища [94].

Токсичність феруму для риб. Надлишок металів, в тому числі й феруму, в організмі тварин може мати виражений токсичний ефект [52]. Негативна дія металу може мати місце внаслідок надмірного його накопичення в тканинах риб або через порушення метаболізму в організмі [93].

Якщо метал має важливе біологічне значення для риб, то крива концентрація металу – біологічний стан (стан здоров'я риб) повинна мати форму дзвону: симптоми дефіциту відмічаються за низьких концентрацій, токсичність при високих концентраціях, а плато між ними – фізіологічний оптимум (рис. 2).

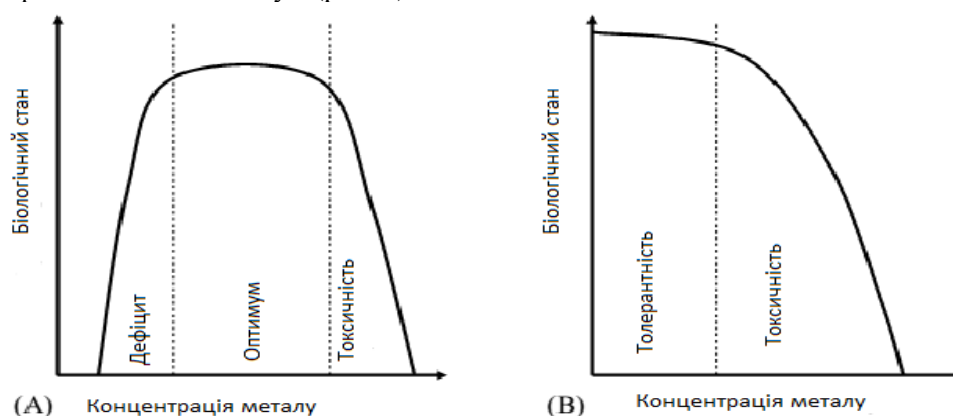


Рис. 2. Схеми залежності концентрація металу-біологічний стан риб для есенціальних (а) і неесенціальних (б) металів. Згідно з моделлю [37].

Однак, якщо метал токсичний, то у цьому випадку буде тільки плато толерантності – діапазон, в якому фізіологічний стан організму нормальний, а механізми екскреції та/або детоксикації відбуваються синхронно з надходженням. Вище цього концентраційного діапазону буде відмічатися токсичний ефект [37].

Токсичність феруму у воді тісно пов'язана з його формами, які безпосередньо взаємодіють з поверхнею тіла та зябрами риб. Токсичність металу обумовлюється не тільки

концентрацією металу в водному середовищі, але й фізико-хімічними показниками води та фізіологічним станом організму риб, які сильно впливають на біодоступність та швидкість засвоєння металу. У кислому середовищі і при низьких концентраціях кисню Fe знаходиться у воді переважно в двовалентному стані. Вважається, що Fe (II) більш доступний і потенційно токсичніший для водних організмів [34].

Сполуки Fe (III) у воді також можуть негативно впливати на риб, і насамперед це стосується зябрового апарату. Було показано, що низькомолекулярні форми Fe(III) можуть осаджуватись у вигляді оксидів Fe (III) на зябровій поверхні, спричиняти злиття зябрових пластин, гіпертрофію епітелію. Це в кінцевому рахунку призводить до серйозних порушень газообміну у риб [85]. Окремі дослідження демонструють порушення іонного гомеостазу у зябрах риб внаслідок дії підвищених концентрацій феруму [64].

Підвищений вміст Fe в ході запліднення викликав склеротування яєць *Spirinchus lanceolatus*, що призводило до зниження швидкості вилуплення [43].

Токсичність внутрішньоклітинного Fe пов'язана зі здатністю металу змінювати окисно-відновний статус клітини. Ферум бере участь у реакції Фентона, що супроводжується утворенням гідроксильних радикалів OH⁻:



Гідроксильні радикали володіють високою реакційною здатністю і можуть викликати переокисне окислення мембран ліпідів, пошкоджувати нуклеїнові кислоти та впливати на активність ферментів [42]. Порушення структури і активності макромолекул можуть бути настільки серйозними, що призводять до загибелі клітин та пошкодження тканин [33].

Так, у озерної форелі внаслідок скидання шахтових вод було відмічено окисне пошкодження ДНК, ознаки синдрому білизни (bleached) риб, пошкодження та запалення печінки [26].

У дослідженнях [42] було відмічено дозозалежні зміни у активності супероксиддисмутази і вмісту малонового альдегіду в ембріонах *Oryzias latipes* за впливу підвищених концентрацій феруму. У дорослих риб зазнали гістопатологічних змін зябра і кишечник, а у мозку і печінці було відмічено утворення активних форм кисню [42].

Вплив підвищених концентрацій Fe³⁺ призводив до змін у фосфоліпідному складі біологічних мембран в тканинах печінки і зябер [7], спричиняв порушення процесів переамінування у печінці та сироватці крові коропа та щуки [1]. У роботі [18] показано, що підвищені кількості Fe (III) призводять до погіршення гематологічних показників у *Cyprinus carpio* та *Esox Lucius*.

Отже, незважаючи на порівняно невисоку токсичність Fe для риб [93], в регіонах, де в водойми потрапляють надлишкові кількості металу, водна біота може піддаватися значній небезпеці, особливо в умовах зниження рН та кількості кисню. Тому для управління екологічними ризиками внаслідок впливу підвищених концентрацій феруму необхідні додаткові дослідження.

1. *Активність* трансаміназ в організмі прісноводних риб за дії йонів заліза / [О.О. Рабченко, В.Я. Бияк, В.О. Хоменчук, В.З. Курант] // Наукові записки ТНПУ ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2016. - №1 (65). — С. 130—134.
2. *Алемасова А. С.* Экологическая аналитическая химия. Учебное пособие / А.С. Алемасова, К.С. Луговой. — Донецк: ДонНУ, 2010. — 271 с.
3. *Биотестовый анализ* – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие / [А.Г. Бубнов и др.]; под общ. ред. В.И. Гриневича; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. — Иваново, 2007. — 112 с.
4. *Брагинский Л. П.* Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia Magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) / Л.П. Брагинский // Гидробиол. журн. — 2000. — № 5. — С. 50—57.
5. *Будников Г. К.* Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Г.К. Будников // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 5. — С. 23—29.
6. *Влияние* физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах / [О.А. Давыдова, Е.С. Климов, Е.С. Ваганова, А.С. Ваганов]; под науч. ред. Е.С. Климова. — Ульяновск: УлГТУ, 2014. — 167 с.

7. *Вплив підвищених концентрацій йонів Fe³⁺ на вміст фосфоліпідів в окремих тканинах прісноводних риб* // Рабченко О.О., Хоменчук В.О., Далевський В.М., Курант В.З.] // Матеріали ІХ Міжнародної іхтіологічної науково — практичної конференції «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології». — Одеса, 2016. — С. 221—224.
8. *Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонтів зони відчуження. Радіонукліди у водних екосистемах України* / [М.І. Кузьменко, В.Д. Романенко, В.В. Деревець і ін.]. — К.: Чорнобиль-інтерінформ, 2001. — 318 с.
9. *Демина Л. Л. Формы миграции тяжелых металлов в океане* / Л.Л. Демина. — М.: Наука, 1982. — С. 31—43.
10. *ДСТУ ISO 11885:2005 Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою.* — Київ: Держспоживстандарт України, 2007. — 13 с.
11. *Свтушенко М. Ю. Токсикологічні проблеми Шацьких озер* / М.Ю.Свтушенко, С.В.Дудник, Ю.А.Глебова // Наукові доповіді НУБіП України, 2010. — №6 (22) — 15 с.
12. Керівний нормативний документ 211.1.4.032-95 / Методика визначення міді атомно-абсорбційним методом в поверхневих та стічних водах. — Київ: Мінекобезпеки України, 1995. — 10 с.
13. *Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах* / П.Н. Линник, Б.И. Набиванец. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 241 с.
14. *Никаноров А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах* / А.М. Никаноров, А.В. Жулидов. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 312 с.
15. *Папина Т. С. Отбор проб, как важная составляющая экоаналитического контроля речных экосистем* / Т.С. Папина // Экологическая химия. — 2004. — № 4. — С. 229—235.
16. *Папина Т. С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в речных экосистемах* / Т.С. Папина. — Новосибирск: СО РАН, 2001. — 58 с.
17. *Проблеми екоаналитического контроля крупных рек (на примере р. Обь)* / [А.Н. Эйрих, С.С. Эйрих, Т.С. Папина і ін.] // Ползуновский вестник, 2008. — № 1–2. — С. 157—160.
18. *Рабченко О. О. Вплив підвищення концентрації йонів Fe³⁺ на гематологічні показники коропа та щуки* / О.О. Рабченко, В.О. Хоменчук, В.З. Курант // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2015. — № 2 (63). — С. 28—31.
19. *Фактори накопичення важких металів в екосистемі Дніпровських водосховищ* / [Т.Г. Литвинова, А.П. Мельник, З.А. Стецюк і ін.] // Рибе господарство. — 2005. — Вип. 64. — С. 131—143.
20. *Янин Е. П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек* / Е.П. Янин. — М.: Мир, 2002. — 322 с.
21. *Abboud S. A novel mammalian iron-regulated protein involved in intracellular iron metabolism* / S. Abboud, D.J.J. Haile // Biol. Chem. — 2000. — Vol. 275. — P. 19906—19912.
22. *Abcb10 physically interacts with mitoferrin-1 (Slc25a37) to enhance its stability and function in the erythroid mitochondria* / [W. Chen, P.N. Paradkar, L. Li et al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. — 2009. — Vol. 106. — P. 16263—16268.
23. *Agius C. Melano-macrophage centres and their role in fish pathology* / C. Agius, R.J. Roberts // J. Fish Dis. — 2003. — Vol. 26. — P. 499—509.
24. *Andersen O. Accumulation of waterborne iron and expression of ferritin and transferrin in early developmental stages of brown trout (Salmo trutta)* / O. Andersen // Fish Physiol. Biochem. — 1997. — Vol. 16. — P. 223—231.
25. *Andrews N. C. ABCs of erythroid mitochondrial iron uptake* / N.C. Andrews // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. — 2009. — Vol. 106. — P. 16012—16013.
26. *Are metal mining effluent regulations adequate: identification of a novel bleached fish syndrome in association with iron-ore mining effluents in Labrador, Newfoundland* / [J.F. Payne, B. French, D. Hamoutene et al.] // Aquat. Toxicol. — 2001. — Vol. 52. — P. 311—317.
27. *Arosio P. Cytosolic and mitochondrial ferritins in the regulation of cellular iron homeostasis and oxidative damage* / P. Arosio, S. Levi // Biochim. Biophys. Acta. — 2010. — Vol. 1800. — P. 783—792.
28. *Atanasiu V. Hcpicidin – central regulator of iron metabolism* / V. Atanasiu, B. Manolescu, I. Stoian // Eur J Haematol. — 2007. — Vol. 78. — P. 1—10.
29. *Avenant-Oldewage A. Bioaccumulation of chromium, copper and iron in the organs and tissues of Clarias gariepinus in the Olifants River, Kruger National Park* / A. Avenant-Oldewage, H.M. Marx // Water SA. — 2000. — Vol. 26. — No. 4. — P. 569—582.
30. *Biliary excretion of iron from hepatocyte lysosomes in the rat. A major excretory pathway in experimental iron overload* / [G.D. LeSage, L.J. Kost, S.S. Barham, N.F. LaRusso] // J. Clin. Invest. — 1986. — Vol. 77. — P. 90—97.

31. *Borbely G.* Removal of zinc and nickel ions by complexation–membrane filtration process from industrial wastewater / G. Borbely, E. Nagy // *Desalination*, 2004. — Vol. 240. — P. 218—226.
32. *Both N* *ramp1* and *DMT1* are necessary for efficient macrophage iron recycling / [S. Soe-Lin, S.S. Apt, M.R. Mikhael et al.] // *Exp. Hematol.* — 2010. — Vol. 38. — P. 609—617.
33. *Brewer G.J.* Risks of copper and iron toxicity during aging in humans / G.J. Brewer // *Chem. Res. Toxicol.* — 2010. — Vol. 23. — P. 319—326.
34. *Bury N.* Waterborne iron acquisition by a freshwater teleost fish, zebrafish *Danio rerio* / N. Bury, M. Grosell // *J. Exp. Biol.* — 2003b. — Vol. 206. — P. 3529—3535.
35. *Canli M.* The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species / M. Canli, G. Atli // *Environ. Pollut.* — 2003. — Vol. 21 — P. 129—136.
36. *Carriquiriborde P.* Physiological modulation of iron metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low and high iron diets / P. Carriquiriborde, R.D. Handy, S.J. Davies // *J. Exp. Biol.* — 2004. — Vol. 207. — P. 75—86.
37. *Chapman P. M.* Issues in ecological risk assessment of inorganic metals and metalloids / P.M. Chapman, F. Wang // *Hum. Ecol. Risk Assess.* — 2000. — Vol. 6. — P. 965—988.
38. *Chen W.* Ferrochelatase forms an oligomeric complex with mitoferrin-1 and Abcb10 for erythroid heme biosynthesis / W. Chen, H.A. Dailey, B.H. Paw // *Blood.* — 2010. — Vol. 116. — P. 628—630.
39. *Cooper C. A.* The effects of dietary iron concentration on gastrointestinal and branchial assimilation of both iron and cadmium in zebrafish (*Danio rerio*) / C.A. Cooper, R.D. Handy, N.R. Bury // *Aquat. Toxicol.* — 2006b. — Vol. 79. — P. 167—175.
40. *Cooper C. A.* The gills as an important uptake route for the essential nutrient iron in freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. / C.A. Cooper, N.R. Bury // *J. Fish Biol.* — 2007. — Vol. 71. — P. 115—128.
41. *Duckworth O. W.* Coupled biogeochemical cycling of iron and manganese as mediated by microbial siderophores / O.W. Duckworth, J.R. Bargar, G. Sposito // *Biometals.* — 2009. — Vol. 22. — P. 605—613.
42. *Effects* of waterborne nanoiron on medaka (*Oryzias latipes*): antioxidant enzymatic activity, lipid peroxidation and histopathology / H. Li, Q. Zhou, Y. Wu [et al.] // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* — 2009. — Vol. 72. — P. 684—692.
43. *Elimination* of adhesiveness in the eggs of shishamo smelt *Spirinchus lanceolatus* using kaolin treatment to achieve high hatching rate in an environment with a high iron concentration / [S. Mizuno, Y. Sasaki, N. Omoto, K. Imada] // *Aquaculture.* — 2004. — Vol. 242. — P. 713—726.
44. *Ersoy B.* The essential and toxic elements in tissues of six commercial demersal fish from Eastern Mediterranean Sea / B. Ersoy, M. Celik // *Food Chem. Toxicol.* — 2010. — Vol. 48. — P. 1377—1382.
45. *Experimental* study of trace metal chemistry in soft-water lakes at different pH levels / [Jackson T.A., Kipphut G., Hesslein R.H., Schindler D.W.] // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* — 1980. — Vol. 37. — No. 3. — P. 387—402.
46. *Eyrikh S. S.* Representative sampling method as a key stage of quality assurance of analytical data for the annual contaminant loads calculations / S.S. Eyrikh, T.S. Papina // *Proc. of 6-th International Conference on mercury as a global pollutant 2001.* — Minamata, Japan, October 2001. — P. 7915—7919.
47. *Fox L. E.* Kinetics of removal of iron colloids from estuarine waters / L.E. Fox, S.C. Wofsy // *Geochim. Cosmochim. Acta* — 1983. — Vol. 47. — P. 211—216.
48. *Fukushima M.* Light acceleration of iron (III) reduction by humic acid in the aqueous solution / M. Fukushima, K. Tatsumi // *Colloids Surf.* — 1999. — Vol. 155. — P. 249—258.
49. *Genomic* characterization and gene expression analysis of four hepcidin genes in the redbanded seabream (*Pagrus auriga*) / [B. Martin-Antonio, R.M. Jimenez-Cantizano, E. Salas-Leiton et al.] // *Fish Shellfish Immunol.* — 2009. — Vol. 26. — P. 483—491.
50. *Genomic* organization and tissue-specific expression analysis of hepcidin-like genes from black porgy (*Acanthopagrus schlegelii* B.) / [M. Yang, K. J. Wang, J. H. Chen et al.] // *Fish Shellfish Immunol.* — 2007. — Vol. 23. — P. 1060—1071.
51. *Gregorovic´ G.* Histological and morphometric study on the tissue and cellular distribution of iron in carp *Cyprinus carpio* L. During chronic waterborne exposure / G. Gregorovic´, N. Kralj-Klobuc´ar, N. Kopiar // *J. Fish Biol.* — 2008. — Vol. 72. — P. 1841—1846.
52. *Gurzau E. S.* Essential metals—case study on iron / E.S. Gurzau, C. Neagu, A.E. Gurzau // *Ecotoxicology and Environmental Safety.* — 2003. — Vol. 56. — P. 190—200.
53. *Hem I. D.* Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water (3rd edn.) United States Geological Survey Water Supply / I.D. Hem. — United States Government Printing Office, Washington DC, USA. — 1989. — 2254 p.
54. *Hepcidin* regulates cellular iron efflux by binding to ferroportin and inducing its internalization / [E. Nemeth, M.S. Tuttle, J. Powelson et al.] // *Science.* — 2004. — Vol. 306. — P. 2090—2093.

55. *Hephaestin*, a ceruloplasmin homologue implicated in intestinal iron transport, is defective in the sla mouse / [C.D. Vulpe, Y.M. Kuo, T.L. Murphy et al.] // Nat. Genet. — 1999. — Vol. 21. — P. 195—199.
56. *Identification* and expression analysis of hepcidin-like antimicrobial peptides in bony fish / [S. E. Douglas, J.W. Gallant, R. S. Liebscher et al.] // Dev. Comp. Immunol. — 2003. — Vol. 27. — P. 589—601.
57. *Identification* of an intestinal heme transporter / [Shayeghi M., Latunde-Dada G.O., Oakhill J.S. et al.] // Cell. — 2005. — Vol. 122. — P. 789—801.
58. *Iron* handling and gene expression of the divalent metal transporter, DMT1, in the kidney of the anemic Belgrade (b) rat / [C.J. Ferguson, M. Wareing, M. Delannoy et al.] // Kidney Int. — 2003. — Vol. 64. — P. 1755—1764.
59. *Iron* loading and erythrophagocytosis increase ferroportin 1 (FPN1) expression in J774 macrophages / [M.D. Knutson, M.R. Vafa, D.J. Haile, M. Wessling-Resnick] // Blood. — 2003. — Vol. 102. — P. 4191—4197.
60. ISO (1986) Water quality — Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead — Flame atomic absorption spectrometric methods. Geneva, International Organization for Standardization (ISO 8288—1986 (E)). — Режим доступа: www.iso.org/iso/iso_catalogue.
61. *Khan A. A.* Heme and FLVCR-related transporter families SLC48 and SLC49 / A.A. Khan, J.G. Quigley // Mol Aspects Med. — 2013. — Vol. 34 (2-3). — P. 669—682.
62. *Kwong R. W.* An in vitro examination of intestinal iron absorption in a freshwater teleost, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / R.W. Kwong, S. Niyogi // J. Comp. Physiol. — 2008. — Vol. 178B. — P. 963—975.
63. *Laboratory* measurements and modeling of metal—humic interactions under estuarine conditions / [J. Hamilton-Taylor, A.S. Posthill, E. Tipping, P.M. Harper] // Geochim. Cosmochim. Acta. — 2002. — Vol. 66 — P. 403—415.
64. *Lappivaara J.* Bioaccumulation and subchronic physiological effects of waterborne iron overload on whitefish exposed in humic and nonhumic water / J. Lappivaara, A. Kiviniemi, A. Oikari // Arch. Environ. Contam. Toxicol. — 1999. — Vol. 37. — P. 196—204.
65. *Lau O. W.* Determination of zinc in environmental samples by anodic stripping voltammetry / O.W. Lau, O.M. Cheng // Analytica Chimica Acta. — 1998. — Vol. 376. — P. 197—207.
66. *Light-induced* redox cycling of iron in circumneutral lakes / [L. Emmenegger, R.R. Schonenberger, L. Sigg, B. Sulzberger] // Limnol. Oceanogr. — 2001. — Vol. 46. — P. 49—61.
67. *Lofts S.* The chemical speciation of Fe(III) in freshwaters / S. Lofts, E. Tipping, J. Hamilton-Taylor // Aquat. Geochem. — 2008. — Vol. 14. — P. 337—358.
68. *Martin-Antonio B.* Genomic characterization and gene expression analysis of four hepcidin genes in the redbanded seabream (*Pagrus auriga*) / B. Martin-Antonio, R. M. Jimenez-Cantizano, E. Salas-Leiton // Fish Shellfish Immunol. — 2009. — Vol. 26. — P. 483—491.
69. *Mitoferrin* is essential for erythroid iron assimilation / [G.C. Shaw, J.J. Cope, L. Li et al.] // Nature — 2006. — Vol. 440. — P. 96—100.
70. *Molecular* and functional roles of duodenal cytochrome b (*Dcytb*) in iron metabolism / [G.O. Latunde-Dada, J.V.D. Westhuizen, C.D. Vulpe et al.] // Blood Cell Mol. — 2002. — Vol. 29. — P. 356—360.
71. *Nemeth E.* The role of hepcidin in iron metabolism / E. Nemeth, T. Ganz // Acta Haematol. — 2009. — Vol. 122. — P. 78—86.
72. *Oxidation* kinetics of Fe(II) in a eutrophic Swiss lake / [L. Emmenegger, D.W. King, L. Sigg, B. Sulzberger] // Environ. Sci. Technol. — 1998. — Vol. 32. — P. 2990—2996.
73. *Photochemical* cycling of iron in the surface ocean mediated by microbial iron (III)-binding ligands / [K. Barbeau, E.L. Rus, K.W. Bruland, A. Butler] // Nature. — 2001. — Vol. 413. — P. 409—413.
74. *Poss K. D.* Heme oxygenase 1 is required for mammalian iron reutilization / K.D. Poss, S. Tonegawa // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. — 1997. — Vol. 94. — P. 10919—10924.
75. *Powell J. J.* The regulation of mineral absorption in the gastrointestinal tract / J.J. Powell, R. Jugdaohsingh, R.P.H. Thompson // Proc. Nutr. Soc. — 1999a. — Vol. 58. — P. 147—153.
76. *Richards J. G.* Cobalt binding to gills of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): an equilibrium model / J.G. Richards, R.C. Playle // Comp. Biochem. Physiol. — 1998. — C. 185—197.
77. *Rosenzweig A.* Metallochaperones: bind and deliver / A. Rosenzweig // Chem. Biol. — 2002. — Vol. 9 — P. 673—677.
78. *Shi J. S.* Hepcidins in amphibians and fishes: antimicrobial peptides or iron-regulatory hormones / J.S. Shi, A.C. Camus // Dev. Comp. Immunol. — 2006. — Vol. 30. — P. 746—755.
79. *Shiau S. Y.* Ferric citrate is half as effective as ferrous sulphate in meeting the iron requirement of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* O. aureus / S.Y. Shiau, L.W. Su // J. Nutr. — 2002. — Vol. 133. — P. 483—488.
80. *Stohs S. J.* Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions / S.J. Stohs, D. Bagchi // Free Radic. Biol. Med. — 1995. — Vol. 18. — P. 321—336.

81. *Structure and expression of genes involved in transport and storage of iron in red-blooded and hemoglobin-less Antarctic notothenioids* / [R. Scudiero, F. Trinchella, M. Riggio, E. Parisi] // *Gene* — 2007. — Vol. 397. — P. 1—11.
82. *Structure and expression of transferrin gene of channel catfish, Ictalurus punctatus* / [H. Liu, T. Takano, J. Abernathy et al.] // *Fish Shellfish Immunol.* — 2010. — Vol. 28. — P. 159—166.
83. *Stumm W. Aquatic Chemistry*(3rd edn.) / W. Stumm, J. J. Morgan. — New York: John Wiley & Sons. — 1996. — 515 p.
84. *The chianti zebrafish mutant provides a model for erythroid-specific disruption of transferrin receptor 1* / [R.A. Wingert, A. Brownlie, J.L. Galloway et al.] // *Development.* — 2004. — Vol. 131. — P. 6225—6235.
85. *The effects of iron, humic acids and low pH on the gills and physiology of brown trout (Salmo trutta)* / [S. Peuranen, P.J. Vuorinen, M. Vuorinen, A. Hollender] // *Ann. Zool. Fenn.* — 1994. — Vol. 31. — P. 389—396.
86. *Transformation of iron species in mixing zones and accumulation on fish gills* / [H.C. Teien, O.A. Garmo, A. Atland, B. Salbu] // *Environ. Sci. Technol.* — 2008. — Vol. 42. — P. 1780—1786.
87. *US EPA (1994) Methods for determination of metals in environmental samples. Supplement I.* Washington, DC, US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development (EPA-600/R-94-111). — Режим доступа: www3.epa.gov/caddis/pdf/Methods_for_the_Determination_of_Metals_in_Environmental_Samples.pdf
88. *US EPA. Maximum contaminant level goals and national primary drinking water regulations for lead and copper; final rule* // US Environmental Protection Agency. Federal Register, 1991. — Vol. 110. — P. 26460—26564.
89. *Vibroferrin, an unusual marine siderophore: iron binding, photochemistry and biological implications* / [S.A. Amin, D.H. Green, C.K. Frithjof, C.J. Carrano] // *Inorg. Chem.* — 2009. — Vol. 48. — P. 11451—11458.
90. *Watanabe T. Trace minerals in fish nutrition* / T. Watanabe, V. Kiron, S. Satoh // *Aquaculture.* — 1997. — Vol. 151. — P. 185—207.
91. *Wicklund-Glynn A. Cadmium and zinc kinetics in fish: Studies on water-borne ¹⁰⁹Cd and ⁶⁵Zn turnover and intracellular distribution in Minnows, Phoxinus phoxinus* / A. Wicklund-Glynn // *Pharmacol. Toxicol.* — 1991. — Vol. 69. — P. 485—491.
92. *Winterbourn M. J. Aluminum and iron burdens of aquatic biota in New Zealand streams contaminated by acid mine drainage: effects of trophic level* / M.J. Winterbourn, W.F. McDiffett, S.J. Eppley // *Sci. Total Environ.* — 2000. — Vol. 254. — P. 45—54.
93. *Wood C. M. Homeostasis and toxicology of essential metals* / C.M. Wood, A.P. Farrel, C.J. Brauner // *Fish Physiol.* — London: Academic Press. — 2012. — Vol. 31A. — 497 p.
94. *Xu Q. H. Adaptive evolution of hepcidin genes in antarctic notothenioid fishes* / Q. H. Xu, C. H. C. Cheng, P. Hu, // *Mol. Biol. Evol.* — 2008. — Vol. 25. — P. 1099—1112.
95. *Zhao L. Zebrafish in the sea of mineral (iron, zinc, and copper) metabolism* / L. Zhao, Z. Xia, F. Wang // *Frontiers in Pharmacology.* — 2014. — Vol. 5. — P. 1—23.

Е. А. Рабченко, В. А. Хоменчук, В. З. Курант

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ЖЕЛЕЗО В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ТОКСИЧНОСТЬ ДЛЯ РЫБ

В обзоре проанализированы роль железа в природных водах, особенности его метаболизма и токсичности для рыб. Охарактеризованы основные методы экоаналитического контроля железа в гидроэкосистемах. Отмечено, что металл может встречаться в природных водах в растворимой и нерастворимой форме, в виде соединений двух- и трехвалентного железа. Отмечено, что потребности рыб в железе могут значительно варьировать в зависимости от видовых особенностей рыб, однако они значительно ниже по сравнению с млекопитающими. Отмечено, что токсическое действие металла обуславливается не только концентрацией и формами нахождения металла в водной среде, но и физико-химическими показателями воды и физиологическим состоянием организма рыб, которые сильно влияют на биодоступность и скорость усвоения металла.

Ключевые слова: гидроэкосистемы, железо, токсичность, метаболизм, рыбы

O. O. Rabchenyuk, V. O. Khomenchuk, V. Z. Kurant

Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, Ukraine

IRON IN AQUATIC ECOSYSTEMS: THE FORMS OF EXISTENCE, BIOLOGICAL SIGNIFICANCE AND TOXICITY FOR FISH

The role of iron in natural waters, especially its metabolism and toxicity for fish, is analysed. Methods of ecoanalytical control of iron in aquatic ecosystems are described. It is noted that iron may occur in natural waters in the following forms: a true solution (compound Fe (II)), insoluble form (compound Fe (III)), organic and inorganic iron colloids, complex compounds and in the form of finely dispersed suspension ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, FeS). The relation between forms of iron in natural waters depends on temperature, pH, the presence of chelating agents and oxygen. Bivalent iron (Fe (II)) is more soluble than its trivalent form (Fe (III)).

It is noted that for determining the concentration of metals in water the following methods are often used: atomic absorption spectrometry (AAS) with fiery detector, atomic absorption spectrometry in a graphite furnace, atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma (ICP-AES), mass spectrometry with inductively combined plasma. For separating different forms of metal, the above mentioned methods are combined with the separation and concentration techniques, such as extraction, ions selective, liquid, gas chromatography, electrochemical methods.

It is noted that iron is an essential metal for animal life in an environment which is rich in oxygen, and is part of a series of heme (hemoglobin, mitochondrial and microsomal cytochromes, catalase, etc.) and non-heme (transferrin, ferritin, mitoferrin etc.) proteins and plays an important role in redox processes of cells. Needs of fish in iron can vary considerably depending on the specific characteristics of fish, but they are much lower comparing to mammals. The absorption of iron in fish is strictly regulated by highly effective process and is done by two main ways: through the gills and gastrointestinal tract which have a clear interaction. A very small amount of iron in the organism of fish is in an unrelated form. As a rule, storage and transportation of the metal is done in the form of complex metalloproteins. The major Fe containing proteins that provide deposit and transport of iron is ferritin and transferrin. The main regulator of iron absorption and distribution in all organs of animals is the peptide hepcidin – iron-regulating hormone.

It is shown that iron toxicity is closely related to its forms of water which is directly interact with the body surface and gills of fish. Metal toxicity is due not only to the concentration of the metal in the aquatic environment, but also the physical and chemical indices of water and physiological state of the organism of fish which are greatly affect on the bioavailability and rate of assimilation of the metal.

Key words: aquatic ecosystems, iron, toxicity, metabolism, fish

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 30.11.2016

ІСТОРИЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

С. В. ПИДА, І. П. ГРИГОРЮК, Н. М. ДРОБИК, М. М. БАРНА

**ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ-БІОЛОГ,
МІКРОБІОЛОГ, БІОТЕХНОЛОГ, АГРОЕКОЛОГ
(до 70-річчя з нагоди дня народження)**



**АКАДЕМІК НААН УКРАЇНИ
ВОЛОДИМИР ПИЛИПОВИЧ ПАТИКА**

**«І я бачив, — нема людині
кращого,
як ділами своїми радіти,
бо це доля його!»**

Еклезіаст, 3.22

10 вересня 2016 року наукова спільнота України відзначала 70-річчя від дня народження відомого вченого у галузі біотехнології, екології, агроєкології і мікробіології, доктора біологічних наук, професора, академіка НААН України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, заслуженого діяча науки і техніки України, почесного професора Харківського національного аграрного університету, Уманського національного університету садівництва, Полтавської державної аграрної академії, завідувача відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України – Володимира Пилиповича Патики.

В. П. Патика народився у мальовничому селі Мала Маньківка, що на Черкащині, у селянській родині. Був вихованцем дитячого будинку в селі Шевченкове Черкаської області. У 1969 р. закінчив хімічний факультет Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка за спеціальністю "хімія природних сполук". Біохімією мікроорганізмів захопився ще під час навчання в університеті. Тому у 1973 р. вступив до аспірантури при Всесоюзному НДІ сільськогосподарської мікробіології (м. Ленінград), захистив кандидатську дисертацію, присвячену природі фітотоксичних речовин ґрунтових мікроорганізмів (1975). У 1992 р. захистив докторську дисертацію «Роль азотфіксуючих мікроорганізмів в підвищенні продуктивності сільськогосподарських рослин».

Свою трудову діяльність В. П. Патика розпочав у Секторі молекулярної біології і генетики Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного АН УРСР (м. Київ), де в 1967-1969 роках обіймав посаду старшого інженера. Перебував на строковій службі в лавах Радянської армії (1969-1971). Працював науковим співробітником Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської мікробіології УААН (м. Чернігів, 1971-1980); доцентом кафедри Чернігівського філіалу Київського політехнічного інституту (1980); завідувачем сектором, завідувачем відділом, директором Південного філіалу Інституту сільськогосподарської мікробіології (АР Крим, 1980-1997), директором Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН (м. Чернігів, 1997-2000); директором Інституту агроєкології та біотехнології УААН (м. Київ, 2000–2005). З 2005 р. В. П. Патика працював професором кафедри біотехнології факультету екологічної безпеки Національного авіаційного університету, а з 2006 р. – завідувач відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України. Розпочинаючи з 1975 р. наукову роботу успішно поєднував з педагогічною. Читав лекції в Чернігівському технологічному, Вінницькому національному аграрному, Національному авіаційному, Київському національному ім. Тараса Шевченка університетах.

Свідченням наукового авторитету Володимира Пилиповича Патики є обрання його у 1993 р член-кореспондентом, а у 1995 р. – академіком Національної академії аграрних наук України. У 2005 р. обраний академіком Академії наук Вищої школи, отримав звання лауреата премії ім. Д.К. Заболотного НАН України, Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреат премії «За видатні досягнення у аграрній науці». Нагороджений Почесною відзнакою Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи; нагороджений знаком «Знак пошани» Міністерства аграрної політики України; Почесними грамотами Президії національної академії аграрних наук України; Срібною медаллю і Великою пам'ятною медаллю Виставки досягнень народного господарства СРСР. Він є лауреатом нагороди Ярослава Мудрого в галузі науки і техніки Академії наук Вищої школи України.

Коло наукової діяльності Володимира Пилиповича включає дослідження в галузях екології, агроєкології, біотехнології, ґрунтової мікробіології, біологічної азотфіксації та біологічної мобілізації фосфору ґрунту, мікробіологічного захисту рослин від шкідників та гризунів, селекції рослин на підвищення азотфіксуючого потенціалу, бактеріальних хвороб рослин та їх збудників тощо. Досягнуті ним та його колегами результати є оригінальними та приводять до відкриття нових закономірностей функціонування ґрунтових мікроорганізмів з сільськогосподарськими рослинами, біотехнології та екології ґрунтових мікроорганізмів. Особливо важливими є дослідження з розробки технологій виробництва і застосування мікробіологічних препаратів для живлення сільськогосподарських рослин та їхнього захисту

від шкідників. Під його керівництвом у 2004 р. розроблена Державна концепція, а згодом – Державна програма збалансованого (сталого) розвитку агросфери.

В. П. Пати́ка як людина енергійна і багатогранна продовжує кращі традиції української школи мікробіологів: Л.Й. Рубенчика, В.Й. Білай, М.М. Підоплічка, О.О. Берестецького, К.І. Андріюк, К.Г. Бельтюкової, Р.І. Гвоздяка та інших, які пов'язані зі збереженням, зміцненням і розвитком української школи мікробіологів – фахівців у галузі ґрунтової мікробіології, мікробної біотехнології, екології мікроорганізмів та фітопатології.

Завдяки великому організаторському хисту, професіоналізму, широкому баченню наукових проблем, працьовитості, цілеспрямованості академік НААН України В. П. Пати́ка досяг блискучих успіхів. Він є автором понад 725 наукових праць, низки оглядів, проблемних статей, 21-ї колективної монографії. Одержав 44 патенти і авторські свідоцтва.

Під керівництвом академіка В. П. Пати́ки сформована плеяда науковців, підготовлена своя наукова школа: 12 докторів та 18 кандидатів наук. В.П. Пати́ка – засновник і колишній головний редактор Бюлетеня Інституту сільськогосподарської мікробіології, «Агроекологічного журналу», видання якого, за словами Володимира Пилиповича, «є нагальною необхідністю, викликаною нашим сьогоденням. Сучасне суспільство прийшло до межі, за якою стоїть тільки одне питання. Так, оте сакраментальне: «То be or not to be ?». Чи будемо жити ми в гармонії з Природою, чи збережемо вогонь життя на Землі на порозі нового тисячоліття, яке стукає в наші серця зойком природи, стогоном рідної землі від технократичного засилля, хімічного забруднення, непрофесійного та байдужого відношення».

В. П. Пати́ка – член редакційних колегій провідних наукових журналів: «Мікробіологічний журнал», «Физиология растений и генетика», «Вісник Харківського національного аграрного університету, Серія Біологія», «Вісник Уманського національного університету садівництва», «Мікробіологія і біотехнологія», «Agricultural Science and Practice» тощо; член спеціалізованих вчених рад Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України та Уманського національного університету садівництва; член секції комітету з державних премій України в галузі науки і техніки.

Академік НААН України В. П. Пати́ка – талановита й обдарована від бога неординарна особистість, чудова, чуйна, інтелігентна і доброзичлива людина з глибоким внутрішнім світом, дуже вимогливий до себе та оточуючих, великий життєлюб, відомий у світі вчений і педагог з різнобічними науковими інтересами, керівник наукових колективів, вихователь висококваліфікованих кадрів, людина великої кипучої енергії, невичерпної творчості, фундаментальних знань, у нього прекрасна сім'я, багато друзів та однодумців. Наукова спільнота України та зарубіжжя знає і шанує ювіляра як відомого вченого-мікробіолога та висококваліфікованого фахівця, в якому органічно поєднуються розум, працездатність, принциповість, глибокий гуманізм та повага до оточуючих, вірність служіння Україні і науці. Нині він у розквіті творчих сил, сповнений новаторських ідей та сподівань на майбутнє.

Щиро вітаємо Володимира Пилиповича з ювілеєм. Від усього серця зичимо Вам здоров'я, добра, щастя і довголіття, великих успіхів у всіх починаннях, невичерпних сил та натхнення. Нехай Ваша життєва мудрість та визнаний талант і надалі сприяють здійсненню нових наукових відкриттів, надихають продовжувачів Вашої справи на добрі і корисні вчинки.

Зичимо зберегти свої найкращі людські якості щонайменше літ до ста і завжди залишатися таким енергійним, діловим, відповідальним і потрібним людям, яким ми Вас знаємо! Хай Ваші плани й сподівання завжди супроводжує світла фортуна, а поруч з Вами завжди будуть ті, кого любите, цінуєте і шануєте!

Нехай цілюща енергія сонячного неба приносить Вам нову життєдайну силу для того, щоб прикрашати нашу планету благородністю Вашого великого серця.

С. В. Пыда, И. П. Григорюк, Н. М. Дробик, Н. Н. Барна

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВЛАДИМИР ФИЛИППОВИЧ ПАТЫКА – ВЫДАЮЩИЙСЯ УКРАИНСКИЙ УЧЕНЫЙ-БИОЛОГ, ПЕДАГОГ

В статье освещены биографические данные и научные достижения известного ученого в области биотехнологии, экологии, агроэкологии и микробиологии, доктора биологических наук, профессора, академика НААН Украины, лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники, заслуженного деятеля науки и техники Украины, почетного профессора Харьковского национального аграрного университета, Уманского национального университета садоводства, Полтавской государственной аграрной академии, заведующего отделом фитопатогенных бактерий Института микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного НАН Украины Владимира Филипповича Патыки. Приведены пожелания научного сообщества по случаю 70-летия со дня рождения.

S. V. Pyda, I. P. Hryhoriuk, N. M. Drobyk, N. N. Barna

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

VOLODYMYR PATYKA, A PROMINENT UKRAINIAN SCIENTIST, BIOLOGIST, AND EDUCATOR

The article highlights the life and work of Volodymyr Pylypovych Patyka, doctor of biological sciences, professor, academician of National Academy of Sciences of Ukraine, laureate of Ukrainian state prize in the field of science and technology, honored scientist of Ukraine, honoured professor of Kharkiv National Agricultural University, Uman National University of Horticulture, Poltava State Agrarian Academy, Head of the phytopathogenic bacteria Department in Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine. It also gives a brief account of his scientific achievements in the fields of biotechnology, ecology, agroecology and microbiology and grants wishes expressed by scientific community on the occasion of his 70th birthday anniversary.

The article gives an overview of V. Patyka's significant contribution to the development of ecology, agroecology, biotechnology, soil microbiology, biological nitrogen fixation and soil phosphorus mobilization, microbiological plant protection from pests and rodents, plant selection to enhance nitrogen-fixing capacity, bacterial plant diseases and their pathogens, etc. He has authored over 725 scientific works, a number of reviews and research papers, has also co-authored 21 scholarly monographs. He has 44 patents and author's certificates. V.P. Patyka in his capacity of academician promotes scientific work: under his supervision 12 doctors and 18 candidates of sciences obtained their degrees and joined a galaxy of men of science.

V.P. Patyka is a member of the editorial boards of leading academic journals: "Microbiology Journal", "Physiology and Genetics of Plants", "Bulletin of Kharkiv National Agrarian University, Biology", "Journal of Uman National University of Horticulture", "Microbiology and Biotechnology", "Agricultural Science and Practice", etc., a member of Scientific Councils of D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, the National Academy of Sciences of Ukraine and Uman National University of Horticulture; a member of the Committee of the State prizes of Ukraine in science and technology.

С. В. ПИДА, М. М. БАРНА, С. П. МАШКОВСЬКА, О. Б. КОНОНЧУК

**ІВАН ПАНАСОВИЧ ГРИГОРЮК – ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ
ФІЗІОЛОГ РОСЛИН**

(до 75-річчя з нагоди дня народження)



БІОЛОГІЯ – СТИЛЬ ЙОГО ЖИТТЯ

24 жовтня 2016 р. виповнилося 75 років від дня народження і 50 років науково-педагогічної, науково-організаційної й громадської діяльності доктору біологічних наук, професору, члену-кореспонденту НАН України, академіку АН Вищої школи України, Заслуженому діячу науки і техніки України, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки, премій УААН «За видатні досягнення в аграрній науці», імені М. Г. Холодного АН УРСР, Президентів НАН України, НАН Білорусі, АН Молдови, нагород Ярослава Мудрого та Святого Володимира АН ВШ України в галузі науки і техніки, професору кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) Івану Панасовичу Григорюку.

Він народився у селянській родині в с. Топорівка Новоселицького району Чернівецької області на Буковині, де навколишня природа сформувала в ньому риси майбутнього вченого-біолога і педагога. І.П. Григорюк після закінчення середньої школи в 1958-1960 рр. працював обліковцем польової бригади в колгоспі ім. Леніна с. Топорівка Новоселицького району Чернівецької області. У 1965 р. закінчив біологічний факультет Чернівецького державного університету із спеціальності «Фізіологія рослин» та отримав кваліфікацію біолог-фізіолог рослин, викладач біології і хімії. У цьому ж році проходив переддипломну практику в Інституті фізіології рослин ім. К.А. Тімірязєва АН СРСР.

В 1965 – 1966 рр. – учитель біології і хімії восьмирічної загальноосвітньої школи в с. Перківці Кельменецького району Чернівецької області, 1966 – 1969 рр. – аспірант відділу біохімії рослин Інституту фізіології рослин АН УРСР, 1969 – 1980 рр. – молодший науковий співробітник, 1980 – 1985 рр. – старший науковий співробітник, 1985 – 1996 рр. – завідувач лабораторії фізіології водного стресу рослин, 1996 – 1997 рр. – провідний науковий співробітник, 1997 – 1998 рр. – виконуючий обов'язки завідувача відділу фізіології водного режиму рослин, 1998 – 2005 рр. – завідувач відділу фізіології водного режиму рослин Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. У 1996 – 2000 рр. за сумісництвом працював професором кафедри сертифікації і управління якості продукції Українського учбово-наукового центру по сертифікації, метрології та стандартизації, де читав курс лекцій з дисципліни «Стандартизація і якість сільськогосподарської продукції».

У 2003 – 2004 рр. – професор кафедри фізіології рослин, вірусології та біотехнології, 2004 – 2005 рр. тимчасово виконуючий обов'язки завідувача кафедри фізіології та біохімії рослин за сумісництвом, 2005 – 2007 рр. професор кафедри екобіотехнології і біорізноманіття й одночасно директор Навчально-наукового центру біотехнологій, біотехсервісу і біоенергоконверсії Навчально-наукового інституту охорони природи і біотехнологій Національного аграрного університету України (НАУ України). У 2006 – 2007 рр. працював старшим, а згодом головним (2007 – 2010 рр.) науковим співробітником відділу екологічного моніторингу Наукового центру екомоніторингу та біорізноманіття мегаполіса НАН України (нині Інститут еволюційної екології НАН України), а в 2011 – 2013 рр. – старшим науковим співробітником відділу міжнародного співробітництва та видавничої діяльності Українського інституту експертизи сортів державної служби з охорони прав на сорти рослин Міністерства аграрної політики та продовольства України за сумісництвом.

З 01.10.2007 по 16.02.2011 р. – директор Навчально-наукового інституту охорони природи і біотехнологій і за сумісництвом професор кафедри фізіології, екології рослин і біомоніторингу, 16.02.2011 – 30.06.2011 р. – заступник директора Навчально-наукового інституту рослинництва, екології і біотехнологій з навчально-виховної роботи і практичної підготовки фахівців і професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики, а з 01.09.2011 р. і дотепер – професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики НУБіП України.

У 1977 р. І.П. Григорюк захистив дисертацію на тему: «Физиологические аспекты формирования урожая и качества картофеля в условиях низинной торфяной почвы» і отримав науковий ступінь кандидата біологічних наук із спеціальності «Фізіологія рослин». У 1983 р. йому присвоєно вчене звання «Старший науковий співробітник» із спеціальності «Фізіологія рослин». Упродовж 1978 – 1985 рр. спільно з науковцями Інституту фізіології рослин Болгарської академії наук (м. Софія) брав участь у виконанні наукової теми: «Вивчення впливу водного стресу на фотосинтез і азотний метаболізм рослин пшениці озимої та гібридів кукурудзи».

Сфера наукових інтересів ученого охоплює широке коло проблем фізіології, екології і біотехнології рослин, молекулярної біології, біоенергетики, історії науки й техніки. У 1996 р. І.П. Григорюк захистив дисертацію на тему: «Реакция растений на водный и температурный стрессы и способы ее регуляции» й отримав науковий ступінь доктора біологічних наук зі спеціальності «Фізіологія рослин». У 2000 р. його обрано членом-кореспондентом НАН України по Відділенню загальної біології НАН України і присвоєно вчене звання професора зі спеціальності «Фізіологія рослин».

І.П. Григорюк – фундатор наукової школи в Україні з вивчення регуляторних систем водообміну, фізіологічних, молекулярно-біологічних і популяційно-генетичних механізмів регуляції, стійкості й адаптації культурних рослин до стресових чинників навколишнього середовища. Вагома його заслуга полягає в розробці теоретичних положень щодо сутності природи, типу і форм фізіологічних реакцій культурних рослин на стресові дії. Водночас обґрунтовано і започатковано новітні наукові напрями, зокрема «Фізіологія водного і температурного стресів у рослин», «Фізіологія рослин природних екосистем», «Фізіологія рослин в зонах ризикованого землеробства України» й «Фізіологія рослин як фундаментальна основа біотехнологій для охорони довкілля та моніторингу біосферних процесів». Серед вагомих напрацювань вченого є встановлення закономірностей функціонування метаболічних процесів, які обумовлюють ступінь формування продукційного процесу рослин. Розширено знання стосовно пускових молекулярно-біохімічних і фізіологічних механізмів адаптації й стійкості рослин проти стресових чинників.

Професором І.П. Григорюком уперше отримано низку нових даних щодо функціонування біологічних систем різного рівня організації, рухливості і міцності зв'язку молекул води з адсорбційними центрами в зернівках і меристематичних тканинах гібридів кукурудзи, сортів пшениці озимої та ярої української селекції. Одержані дані важливі для діагностики й оцінки селекційного матеріалу на жаро- та посухостійкість. Установлено закономірності надходження, транспорту і перерозподілу ендогенних пулів води в клітинах та її функціональну роль у регуляції адаптивних систем рослин у стресових умовах. З'ясовано, що формування механізмів посухостійкості рослин зумовлене детермінаційними змінами аденозинфосфатної і фітогормональної систем та рідкокристалічної структури сумарних полярних ліпідів у мембранах хлоропластів. Уперше доведено, що перебудови ліпідного, фітогормонального й аденозинфосфатного пулів ініціюють захисні реакції на посуху підтриманням збалансованості регуляторних систем водного гомеостазу та оптимальної активності мембранних структур. Розкрито явище автономності й універсальності фізіологічних функцій, що сприяє конкретизації уявлень внутрішньоклітинної організації функціонування ключових ланок метаболізму та інтегральній регуляції в системі цілісної рослини за різного водозабезпечення.

Професором І.П. Григорюком уперше обґрунтовано і розроблено концепцію застосування полімерних регуляторів росту полістимуліну К і полістимуліну А-6 для індукції адаптивних реакцій та регуляції процесів водообміну рослин. Показано, що їхня пролонгована цитокінінова й ауксинова дія ініціює підвищення рівня біологічної стійкості, відновлення структурно-функціональних властивостей, зменшення втрат урожаю зерна пшениці озимої і бульб картоплі в умовах зрошення та на богарі. За участю вченого вперше застосовано метод теорії розпізнавання образів для оцінки фітогормонального і енергетичного балансу в рослинах, удосконалено наявні й створено новітні високоефективні методи визначення вмісту вільних аденозинфосфатів (АМФ, АДФ, АТФ) та вітамінів (А і Е) у біологічних об'єктах. Розроблено унікальну вітчизняну методику скринінгу речовин ауксинової природи, яка ґрунтується на автоматичній фотореєстрації кінетичних характеристик ростових процесів колеоптилів і дозволяє оцінювати ступінь стійкості проростків рослин до несприятливих умов середовища.

Пріоритетне місце у науковій діяльності вченого займають дослідження, пов'язані з розробкою високоефективних технологій вирощування пшениці озимої у зонах ризикованого землеробства України. Вагомою практичною реалізацією його наукового доробку є створення теоретичних основ оптимізації водного і поживного режимів торф'яних ґрунтів з метою отримання високих врожаїв кормових культур в умовах Західного Полісся України.

Професором І.П. Григорюком створено способи оцінки і підвищення ступеня посухо- й жаростійкості рослин, які мають патентну захищеність та знайшли практичне використання в селекційній роботі. Особливу значущість становлять також практичні рекомендації щодо поліпшення стану, догляду і підвищення ступеня приживлюваності та стійкості саджанців деревних видів рослин проти стресових чинників середовища, що дозволило знизити собівартість у зеленому будівництві м. Києва на 25-30%. Уперше розроблено концептуальні основи збереження, відновлення й охорони біологічного та ландшафтного різноманіття в

Україні. Виявлено закономірності змін флори в антропогенно порушених природних екосистемах і показано вплив глобального потепління клімату на фітосанітарний стан агроценозів, чисельність, ареали поширення й шкідливість найпоширеніших комах-фітофагів у посівах пшениці озимої в Лісостеповій та Степовій зонах України. На основі системного аналізу рослинних ресурсів уперше реалізовано новітні технології біоенергоконверсії для отримання альтернативних видів палив в Україні. Вивчено якісний і кількісний склад генетично модифікованих сільськогосподарських культур, а також їхніх компонентів у продуктах харчування та кормах методом полімеразної ланцюгової реакції в реальному часі. Уперше запропоновано методологічні методи і біологічні системи регуляції стійкості культурних рослин проти хвороб шляхом стимулювання захисних механізмів з використанням комплексу природних речовин з елісаторними та поліфункціональними властивостями.

Член-кореспондент НАН України І.П. Григорюк – вчений зі світовим ім'ям, який збагатив науку працями першорядного значення. Він – автор і співавтор 920 опублікованих наукових, навчально-методичних, а також науково-популярних праць, з них 20 монографій, 7 книг і брошур, атлас, 4 методичних і навчальних посібники, 2 тлумачних словники, 2 практикуми, 530 статей (з них 35 у зарубіжних виданнях), 63 науково-методичних і практичних рекомендацій і вказівок, 28 авторських свідоцтв та патентів на винаходи. За науковою редакцією І.П. Григорюка опубліковано 72 наукових видання і 42 рецензії на науково-методичні публікації. Серед його учнів – 4 доктори і 10 кандидатів наук.

У 1998 – 2011 рр. вчений зробив суттєвий внесок у Державну систему атестації науково-педагогічних кадрів як член Експертної ради з біологічних наук ВАК України. Був членом і вченим секретарем спеціалізованої секції «Біологія» Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки, членом комісії з питань біобезпеки при використанні ГМО в системі АПК України, заступником голови й членом спеціалізованих вчених Рад Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та Уманського національного університету садівництва МАП України із захисту докторських і кандидатських дисертацій, заступником співголови Міжвідомчої наукової Ради НАН України та УААН з проблем АПК. Проходив стажування в біотехнологічних лабораторіях Аграрної академії наук у провінції Чжезцян КНР. Із зарубіжними вченими розробив Міжнародну наукову програму INTAS «Полімерні похідні пестицидів і регуляторів росту: синтез, властивості, застосування».

Учений є одним із організаторів Міжнародних і Всеукраїнських наукових конференцій з актуальних проблем біологічної та аграрної науки. За вагомих особистий внесок у вирішення екологічних проблем, розвиток природоохоронної справи і збереження навколишнього природного середовища Указом Президента України № 419 від 5 червня 2009 р. І.П. Григорюку присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України». Його нагороджено медалями «В пам'ять 1500-ліття Києва» (1982), «Ветеран труда» (1986), бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (1981), нагрудними знаками «За активную работу в профсоюзах» ВЦРПС (1980), «Знак Пошани» Київського міського голови (2004), «Петро Могила» Міністерства освіти і науки України (2007), трудовою відзнакою «Знак Пошани» (2008) та «Відмінник аграрної освіти та науки» Міністерства аграрної політики та продовольства України (2010), пам'ятними медалями «100 років від дня народження академіка М.Г. Холодного» (1982), «Сторіччя від дня народження академіка М.І. Вавилова» (1987), «80 і 90 років Національній академії наук України» (1998, 2008), дипломами і золотими медалями ХХІІ й ХХІІІ Міжнародних виставок «Агро – 2010» та «Агро – 2011», подяками Київського міського голови (2004), голови ВАК України (2004, 2006), Департаменту аграрної освіти, науки та дорадництва Міністерства аграрної політики і продовольства України (2009, 2010), Міністерства освіти і науки України (2014), Орденом Святого Юрія Переможця Української Православної Церкви (2012), почесною відзнакою НААН України (2014), іменним годинником від Голови Верховної Ради України (2006), почесними грамотами Президії НАН України і Центрального Комітету профспілки працівників НАН України (2001), Міністерства охорони навколишнього природного середовища України (2005), ВАК України (2011), Міністерства аграрної політики та продовольства України (2008), НУБіП України (2006, 2011). У 2008 р. за особистий вклад у виконання національної програми «Відродження та розвиток Українського

козацтва та з нагоди Дня Незалежності України» членом Ради Українського козацтва при Президентові України, Верховним Отаманом Всеукраїнського Козацького Війська, генералом козацтва В. Каленяком присвоєно військово-козацьке звання «Генерал-майор».

Науково-інноваційні здобутки професора І.П. Григорюка отримали високу оцінку. Рішенням Президії АН УРСР від 6 лютого 1991 р. за цикл робіт «Водообмін і посухостійкість рослин» йому присуджено премію імені М.Г. Холодного АН УРСР. Рішенням Президії НАН України, НАН Білорусі і АН Молдови від 7 лютого 2002 р. за роботу «Фундаментальные основы устойчивости растений к стрессовым факторам среды и разработка способов ее повышения в зонах рискованного земледелия Украины, Беларуси и Молдовы» присуджено премію Президентів НАН України, НАН Білорусі, АН Молдови. Постановою Президії УААН від 24 лютого 2010 р. за цикл наукових праць «Селекційно-генетичні і біотехнологічні основи підвищення продуктивності рослин хмелю в Україні» присуджено премію УААН «За видатні досягнення в аграрній науці». Згідно з Постановою Президії Академії наук Вищої школи України від 15 лютого 2007 р. за цикл наукових праць «Фундаментальні основи збереження, відновлення і збагачення біорізноманіття рослин в Україні» присуджено Нагороду Ярослава Мудрого в галузі науки і техніки Академії наук Вищої школи України. За багатолітню самовіддану працю в ім'я розвитку української науки і вищої освіти Постановою Президії Академії наук Вищої школи України від 23 листопада 2011 року присуджено Нагороду Святого Володимира в галузі науки і техніки Академії наук Вищої школи України.

За роботу «Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив» І.П. Григорюку у складі авторського колективу Указом Президента України № 329 від 18 травня 2012 р. присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки за 2011 р.

Указом Патріарха Київської і всієї Руси-України Філарета № 1006 від 24 жовтня 2012 р. «За заслуги з відродження духовності в Україні та утвердження Помісної Української Православної церкви» нагороджено орденом Святого Юрія Переможця. Указом Президента України № 427 від 1 жовтня 2016 «За значний особистий внесок у розвиток національної освіти, підготовку кваліфікованих фахівців, багаторічну плідну педагогічну діяльність та високий професіоналізм» нагороджено орденом «За заслуги» III ступеня.

Нині професор І.П. Григорюк – віце-президент Всеукраїнської асоціації біологів рослин, заступник голови вченої ради факультету захисту рослин, біотехнологій та екології, член вченої ради, експертної комісії з експертизи навчальних (підручників та навчальних посібників) і наукових (монографій) видань, голова спеціалізованої вченої Ради Д 26.004.05 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій зі спеціальності «Фізіологія рослин», «Біотехнологія» та «Екологія» і член спеціалізованої вченої Ради Д 26.004.09 НУБіП України із захисту докторських (кандидатських) дисертацій зі спеціальності «Лісові культури та фітомеліорація», «Лісовпорядкування і лісова таксація» та «Лісознавство і лісівництво», громадської організації «Земляцтво буковинців у м. Києві «Буковина»», Державної екзаменаційної комісії НУБіП України з атестації фахівців ОКР «Бакалавр» напряму підготовки «Біотехнологія» і «Магістр» спеціальності «Екологічна біотехнологія і біобезпека» з перевірки підготовки бакалаврів і магістрів та присвоєння їм кваліфікаційного рівня, редколегії збірника наукових праць «Науковий вісник НУБіП України. Серія «Біологія, біотехнологія, екологія», «Агрономія», «Лісові культури та фітомеліорація», «Наукові доповіді НУБіП України», «Науковий вісник Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. Серія «Біологія. Біологічні системи», хіміко-біологічної та медичної тематики серії журналу «Наукові обрії» АН ВШ України, редакційної колегії журналу «Агробіологія та екологія» Львівського національного аграрного університету Міністерства аграрної політики та продовольства України.

І.П. Григорюк користується заслуженим авторитетом і повагою серед науково-педагогічних працівників та студентів. У науковому світі і сфері практичної діяльності його поважають за високу ерудицію й працездатність та вірність служіння Україні. Він вважає себе щасливою людиною, яка упродовж 50 років займається улюбленою справою – вивченням біології рослин, які символізують древність, велич та оновлення України. Життєве кредо ученого – «Гармонія з природою і людьми».

З роси та з води, Іване Панасовичу! Зичимо Вам ще багато – багато літ, здоров'я – тілу, міцці тілесної і духовної, віри та творчого горіння, щоб Ваша науково-освітня нива й надалі рясно колосилась добірним Духовним зерном – любов'ю до України, якій Ви сповна віддасте свій інтелектуальний скарб!

ОСНОВНІ НАУКОВІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРАЦІ

Монографії

1. Водний режим растений в связи с действием факторов среды / И. Г. Шматько, С. И. Слухай, Н. Н. Шевченко, И. А. Григорюк, О. Е. Шведова, Е. С. Ткачук, Н. И. Петренко; под. ред. И. Г. Шматько. — Киев : Наук. думка, 1983. — 200 с.
2. Шматько И. Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / И. Г. Шматько, И. А. Григорюк, О. Е. Шведова. — Киев : Наук. думка, 1989. — 224 с.
3. Григорюк І. П. Ріст пшениці і кукурудзи в умовах посухи та його регуляція / І. П. Григорюк, О. І. Жук. — К. : Наук. світ, 2002. — 118 с.
4. Біоенергетичні основи стійкості озимої пшениці до посухи / І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, М. Ф. Михальський, О. І. Серга. — К. : Наук. світ, 2004. — 202 с.
5. Біологія каштанів / І. П. Григорюк, С. П. Машковська, П. П. Яворовський, О. В. Колесніченко. — К. : Логос, 2004. — 380 с.
6. Григорюк І. П. Фізіологічні основи регуляції посухостійкості картоплі / І. П. Григорюк, Т. П. Нижник. — Хмельницький-Київ : Вид-во С. Пантюка, 2004. — 236 с.
7. Ніколайчук В. І. Фізіологічні особливості сортів озимої пшениці за різного водозабезпечення та живлення / В. І. Ніколайчук, І. П. Григорюк, П. В. Вайда. — Ужгород : ПП «Р. Повч», 2005. — 172 с.
8. Ляшок А. К. Автоколивальні процеси водообміну рослин / А. К. Ляшок, І. П. Григорюк, П. О. Феоктістов. — К. : Логос, 2006. — 148 с.
9. Новітні технології біоенергоконверсії / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, І. П. Григорюк, В. О. Дубровін, А. І. Ємець, Г. М. Забарний, Г. М. Калетнік, М. Д. Мельничук, В. Г. Мироненко, Д. Б. Рахметов, С. П. Циганков. — К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2010. — 326 с.
10. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, І. П. Григорюк, К. В. Дмитрук, В. О. Дубровін, А. І. Ємець, Г. М. Забарний, Г. М. Калетнік, М. Д. Мельничук, В. Г. Мироненко, Д. Б. Рахметов, А. А. Сибірний, С. П. Циганков. — К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2010. — 403 с.
11. Наукові основи регуляції стійкості деревних і газонних рослин до стресових чинників / І. П. Григорюк, П. П. Яворовський, О. І. Серга, О. Є. Давидова. — К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. — 310 с.
12. Колесніченко О. В. Біолого-екологічні системи стійкості та адаптації рослин *Castanea sativa* Mill / О. В. Колесніченко, І. П. Григорюк, С. М. Грисюк. — К. : ЦП «Компринт», 2012. — 335 с.
13. Григорюк І. П. Біологічні основи оптимізації продукційного процесу деревних рослин у стресових умовах / І. П. Григорюк, П. П. Яворовський. — К. : «Аграр Медіа Груп», 2013. — 278 с.
14. Чайка В. М. Екологія агроecosистем України в умовах змін клімату / Чайка В. М., Григорюк І. П., Мельничук М. Д. — К. : ЦП «Компринт», 2013. — 628 с.
15. Колесніченко О. В. Біологія каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.) / О. В. Колесніченко, І. П. Григорюк, С. М. Грисюк. — К. : ЦП «Компринт», 2013. — 296 с.
16. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив / Я. Б. Блюм, І. П. Григорюк, К. В. Дмитрук, В. О. Дубровін, А. І. Ємець, Г. М. Калетнік, М. Д. Мельничук, В. Г. Мироненко, Д. Б. Рахметов, А. А. Сибірний, С. П. Циганков. — К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. — 360 с.
17. Григорюк І. П. Технології вирощування і біорегуляція стійкості газонних рослин у міському урбанізованому середовищі / І. П. Григорюк, П. П. Яворовський, Ю. В. Лихолат. — К. : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2014. — 223 с.
18. Григорюк І. П. Фізіологічні і молекулярні основи стійкості видів рослин роду *Aesculus* L. проти каштанової мінуючої молі / І. П. Григорюк, Т. Л. Лук'яненко. — К. : ЦП «Компринт», 2015. — 174 с.
19. Біологічні системи регуляції стійкості рослин проти хвороб / В. В. Теслюк, І. П. Григорюк, В. Ф. Камінський, В. М. Ковбасенко. — К. : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2015. — 370 с.
20. Григорюк І. П. Професор Сергій Лебедев / І. П. Григорюк, Є. М. Богач. — К. : ЦП «Компринт», 2016. — 283 с.

Авторські свідоцтва та патенти

1. А. с. № 1614164, А 1, ССРСР, МКИ⁵ А 01 № 43/90. Спосіб регулювання росту рослин картофеля в умовах засухи / И. Г. Шматько, И. А. Григорюк, В. Д. Мануильский, М. И. Штильман, М. Я. Корнаков, М. Ю. Ярмыш, М. В. Антипов. – Приоритет от 13.10.88. «Для служебного пользования».
2. А. с. № 1761047, А 1, ССРСР, МКИ⁵ А 01 G 7/00. Спосіб определения устойчивости растений к стрессовым воздействиям / И. А. Григорюк, В. Д. Мануильский, М. В. Курик, И. Г. Шматько, С. В. Мануильская. – Оpubл. 15.09.92, Бюл. № 34.
3. Декл. пат. на винахід № 42371 А, Україна, МКВ 7 А01G1/00, А01G7/00. Спосіб оцінки посухостійкості озимої пшениці / О. І. Жук, І. П. Григорюк. – Оpubл. 15.10.2001, Бюл. № 9.
4. Декл. пат. на винахід № 45055 А, Україна, МКВ 7 А01G7/00. Спосіб оцінки стійкості сортів картоплі до посухи / І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, Т. П. Нижник, В. М. Мицько, Н. І. Войцешина. – Оpubл. 15.03.2002, Бюл. № 3.
5. Декл. пат. на винахід № 45097 А, Україна, МКВ 7 А01G7/00. Спосіб оцінки посухостійкості озимої пшениці / О. І. Жук, І. П. Григорюк. – Оpubл. 15.03.2002, Бюл. № 3.
6. Декл. пат. на винахід № 45768 А, Україна, МКВ 7 А01G7/00. Спосіб відбору посухостійких сортів озимої пшениці / О. І. Жук, І. П. Григорюк. – Оpubл. 15.04.2002, Бюл. № 4.
7. Декл. пат. на винахід № 45879 А, Україна, МКВ 7 А01G7/00. Спосіб оцінки жаростійкості сортів озимої пшениці / О. І. Жук, І. П. Григорюк. – Оpubл. 15.04.2002, Бюл. № 4.
8. Декл. пат. на винахід № 45880 А, Україна, МКВ 7 А01G7/00. Спосіб оцінки посухостійкості сортів озимої пшениці / І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, О. І. Серга, М. Ф. Михальський. – Оpubл. 15.04.2002, Бюл. № 4.
9. Декл. пат. на винахід № 69859 А, Україна, МПК 7 А01Н1/04. Спосіб визначення жаростійкості озимої пшениці / П. О. Феоктістов, В. Г. Адамовська, І. П. Григорюк. Оpubл. 15.09.2004, Бюл. № 9.
10. Декл. пат. на корисну модель № 9166, Україна, МКВ7 А01G1/00, А01N59/00. Засіб підвищення приживлюваності саджанців деревних рослин / І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, П. П. Яворовський. – Оpubл. 15.09.2005, Бюл. № 9.
11. Декл. пат. на корисну модель № 9525, Україна, МКВ 7 А01С1/00. Спосіб оцінки ефективності бобово-ризобіального симбіозу сортів люпину білого з бульбочковими бактеріями / С. В. Пида, Е. А. Головка, І. П. Григорюк, С. П. Машковська. – Оpubл. 17.10.2005, Бюл. № 10.
12. Декл. пат. на корисну модель № 11420, Україна, МВК 7 А01№ 25/00. Засіб підвищення посухостійкості саджанців деревних рослин / І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, П. П. Яворовський. – Оpubл. 15.12.2005, Бюл. № 12.
13. Декл. пат. на корисну модель № 15809, Україна, МПК (2006) А01Н 1/04. Спосіб визначення темпів загартування озимої твердої пшениці / І. П. Григорюк, П. О. Феоктістов, М. Д. Мельничук. – Оpubл. 17.07.2006, Бюл. № 7.
14. Патент на корисну модель № 45373, Україна, МПК А01К 67/033. Спосіб калібрування яєць фітофагів / О. А. Марус, Г. А. Голуб, В. О. Дубровін, В. Г. Мироненко, Л. П. Ющенко, М. Д. Мельничук, І. П. Григорюк, І. П. Старчевський, В. І. Міщенко. – Оpubл. 10.11.2009, Бюл. № 21.
15. Патент на винахід № 89930, Україна, МПК (2009) А01К67/033 (2006.01) А01К 67/00. Спосіб калібрування яєць фітофагів / Марус О. А., Голуб Г. А., Дубровін В. О., Мироненко В. Г., Ющенко Л. П., Мельничук М. Д., Григорюк І. П., Старчевський І. П., Міщенко В. І. – Оpubл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
16. Патент на корисну модель № 53983, Україна, МПК (2009) А01С 21/00 С05F 11/00. Композиція біохімічних речовин для стимуляції продуктивності та захисту від хвороб сільськогосподарських рослин / О. А. Бойко, М. Д. Мельничук, А. Л. Бойко, І. П. Григорюк, В. О. Дубровін. – Оpubл. 25.10.2010, Бюл. № 20.
17. Патент на корисну модель № 53984, Україна, МПК (2009) А01С 21/00 С05F 11/00. Спосіб стимуляції продуктивності сільськогосподарських рослин та їх захисту від хвороб / О. А. Бойко, М. Д. Мельничук, А. Л. Бойко, І. П. Григорюк, В. О. Дубровін. – Оpubл. 25.10.2010, Бюл. № 20.
18. Патент на корисну модель № 54417, Україна, МПК (2009)G05D 22/00. Пристрій регулювання вологості повітря в кліматичній камері / І. П. Григорюк, М. Д. Мельничук, В. Г. Мироненко, В. О. Дубровін, О. І. Серга. – Оpubл. 10.11.2010, Бюл. № 21.
19. Патент на корисну модель № 59330, Україна, МПК (2011.01) А01G 13/00. Спосіб оцінки стійкості видів і гібридів рослин роду Гірकोкаштан (*Aesculus L.*) до каштанової мінуючої молі (*Camelia*

- ohridella Deschka et Dimić) / І. П. Григорюк, Т. Л. Демчук, М. Д. Мельничук, О. І. Серга, В. О. Дубровін, С. П. Машковська. – Опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.
20. Патент на корисну модель № 59624, Україна, МПК (2011.01) A01G 13/00. Спосіб оцінки стійкості видів і гібридів рослин роду Гірकोкаштан (*Aesculus L.*) до каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella Deschka et Dimić*) / І. П. Григорюк, Т. Л. Демчук, М. Д. Мельничук, О. І. Серга, В. О. Дубровін, С. П. Машковська. – Опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10.
 21. Патент на винахід № 94883, Україна, МПК (2011.01) A01G13/00 A01N27/00 A01P 23/00. Спосіб оцінки стійкості видів і гібридів рослин роду Гірकोкаштан (*Aesculus L.*) до каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella Deschka et Dimić*) / І. П. Григорюк, Т. Л. Демчук, М. Д. Мельничук, О. І. Серга, В. О. Дубровін, С. П. Машковська. – Опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11.
 22. Патент на винахід № 95051, Україна, МПК (2011.01) A01G13/00 G01N 33/50 (2006/01). Спосіб оцінки стійкості видів і гібридів рослин роду Гірकोкаштан (*Aesculus L.*) до каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella Deschka et Dimić*) / І. П. Григорюк, Т. Л. Демчук, М. Д. Мельничук, О. І. Серга, В. О. Дубровін, С. П. Машковська. – Опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
 23. Патент на винахід № 96072, Україна, МПК (2011.01) G05D 22/00. Пристрій регулювання вологості повітря в кліматичній камері / І. П. Григорюк, М. Д. Мельничук, В. Г. Мироненко, В. О. Дубровін, О. І. Серга. – Опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18.
 24. Патент на винахід № 98350, Україна, МПК (2012.01) C05F 11/08 (2006/01) A01N 65/00. Спосіб одержання біологічного препарату для стимуляції продуктивності та захисту від хвороб сільськогосподарських рослин / О. А. Бойко, М. Д. Мельничук, А. Л. Бойко, І. П. Григорюк, В. О. Дубровін. – Опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9.
 25. Патент на корисну модель № 88241, Україна, МПК (2014.01). A01G1/00. Спосіб стерилізації первинних експлантів сільськогосподарських культур в умовах *in vitro* / В. М. Гунчак, А. Г. Зея, Ю. М. Бундук, І. П. Григорюк, Г. М. Шевага, В. В. Хомяк, А. Т. Мельник, М. Г. Процюк, М. П. Соломійчук, О. І. Борзих, О. В. Кушнір, М. В. Вовк, Т. М. Олійник, Н. А. Захарчук, А. А. Бондарчук, М. М. Лісовий, М. М. Фурдига. – Опубл. 11.03.2014, Бюл. № 5.
 26. Патент на винахід № 108439, Україна, МПК (2015.01) A01N 4/00 A01N 3/02 (2006.01) A01G 17/00. Спосіб укорінювання мікроживців айви звичайної в умовах *in vitro* / В. М. Гунчак, Ю. М. Бундук, В. В. Хомяк, І. П. Григорюк, Г. М. Шевага, Р. Л. Рибак. – Опубл. 25.02.2015, Бюл. № 4.
 27. Патент на корисну модель № 104327, Україна, МПК A01N 37/02(2006.01)A01N 59/16(2006.01). Спосіб активації ростових процесів насіння сосни звичайної / В. І. Максін, Ю. М. Савченко, І. П. Григорюк, В. Г. Каплуненко. – Опуб. 25.01.2016, Бюл. № 2.
 28. Патент на корисну модель № 109833, Україна, МПК A01C 1/06 (2006.01). Спосіб стимуляції росту насіння сосни звичайної / В. І. Максін, Ю. М. Савченко, І. П. Григорюк, В. М. Мельніченко. – Опуб. 12.09.2016, Бюл. № 17.

С. В. Пыда, Н. Н. Барна, С. П. Машковская, А. Б. Конончук

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ИВАН АФАНАСЬЕВИЧ ГРИГОРЮК – ВЫДАЮЩИЙСЯ УКРАИНСКИЙ ФИЗИОЛОГ РАСТЕНИЙ

В статье освещены биографические данные и научные достижения доктора биологических наук, профессора, члена-корреспондента НАН Украины, академика АН Высшей школы Украины, Заслуженного деятеля науки и техники Украины, лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники, премий УААН «За выдающиеся достижения в аграрной науке», имени Н. Г. Холодного АН УССР, президентов НАН Украины, НАН Беларуси, АН Молдовы, наград Ярослава Мудрого и Святого Владимира АН ВШ Украины в области науки и техники, профессора кафедры физиологии, биохимии растений и биоэнергетики Национального университета биоресурсов и природопользования Украины Ивана Афанасьевича Григорюка.

И.А. Григорюк – основатель научной школы по изучению физиологических, молекулярно-биологических механизмов устойчивости и адаптации культурных растений к стрессовым факторам среды. Им впервые обнаружено явление автономности и универсальности физиологических функций, которое расширяет представления о внутриклеточной организации функционирования ключевых звеньев метаболизма и интегральной многоуровневой регуляции в системе целостного растения в стрессовых условиях. В соавторстве созданы и внедрены энергосберегающие технологии выращивания

зерновых и кормовых культур в зонах рискованного земледелия, системы использования биоресурсов в новейших биотехнологиях получения альтернативных видов топлив, селекционно-генетические и биотехнологические основы повышения продуктивности растений хмеля в Украине.

Член-корреспондент НАН Украины И.А. Григорюк – ученый с мировым именем, обогатил науку трудами первостепенного значения. Он – автор и соавтор 920 опубликованных научных, учебно-методических, а также научно-популярных работ, из них 20 монографий, 7 книг и брошюр, атлас, 4 методических и учебных пособия, 2 толковых словаря, 2 практикума, 530 статей (из них 35 в зарубежных изданиях), 63 научно-методических и практических рекомендаций и указаний, 28 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Под научной редакцией И.А. Григорюка опубликовано 72 научных издания и 42 рецензии на научно-методические публикации. Среди его учеников – 4 доктора и 10 кандидатов наук.

S. V. Pyda, M. M. Barna, S. P. Mashkovska, O. B. Kononchuk
Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

IVAN PANASOVYCH HRYHORIUK - AN OUTSTANDING UKRAINIAN PLANT PHYSIOLOGIST

The article provides an overview of life and scientific career of Ivan Panasovych Hryhoriuk, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, corresponding member of NAS of Ukraine, academician of Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine, honored Worker of Science and Technology of Ukraine, laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, laureate of Kholodnyi Award “For outstanding achievements in agricultural science” of NAS of Ukraine, winner of awards by the Presidents of NAS of Ukraine and Belarus, Moldova Science Academy, holder of orders of Prince Yaroslav the Wise and St. Volodymyr of Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine in Science and technology, Professor at the Department of physiology, plant biochemistry and bioenergetics of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

I.P. Hryhoriuk has initiated the research into the physiological, molecular level biological mechanisms of resistance and adaptation of crop plants to stressful environmental factors. He was the first to discover the autonomous and universal character of physiological functions, further elaborating the scientific views on the intracellular organization of main metabolic pathways and integral multi-level regulation mechanisms within the plant organ systems under stress conditions.

His collaborative work helped to launch the number of projects on energy-efficient technologies used for grain and forage crop cultivation in risky growing farming areas. In addition, his scientific talent contributed to promoting and advancing innovative research on bioresources and biotechnologies of alternative fuels, and laying the foundations for the use of biotechnologies to boost hop yields and increase hop productivity and cultivation in Ukraine.

In his capacity as a corresponding member of NAS of Ukraine, I.P. Hryhoriuk ranks among the top world scientists whose scientific written input has proved to be invaluable. He has authored and co-authored over 920 research, academic and non-fiction works, including 20 monographs, 7 books and brochures, an atlas, 4 textbooks, 2 dictionaries of definitions, 2 laboratory manuals, 530 articles (35 international publications), 63 academic, methodological and practical guidelines, 28 author certificates and invention patents. He has edited 72 scientific journals and 42 reviews of academic and methodological publications. His followers and disciples include 4 doctors and 10 dandidates of sciences (PhD).

С. В. ПИДА, М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА

**БУТНИЦЬКИЙ ІВАН МИКОЛАЙОВИЧ — ВІДОМИЙ
ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН
ТА ПЕДАГОГІКИ ВИЩОЇ ШКОЛИ**



Іван Миколайович Бутницький народився 9 вересня 1935 року в мальовничому селі Вікно Городенківського району Івано-Франківської області в селянській родині. Дитинство проходило у непростий період. У 1939 році Східну Галичину було приєднано до УРСР, невдовзі розпочалася Друга світова війна. Після важких воєнних часів наступив голод. Батько, Микола Іванович, з перших днів Другої світової війни пішов на фронт і воював до перемоги над фашистською Німеччиною (9 травня 1945 р.), був поранений, за мужність нагороджений медаллю «За відвагу» та Орденом Великої Вітчизняної війни II ступеня.

У 1943 році Іван Бутницький вступив до першого класу Вікнянської семирічної школи, у якій закінчив 5 класів. Навчання здібному хлопцю давалося легко. Щоб син отримав хороші і глибокі знання, батько відправив його на навчання до Коломийської середньої школи № 1, де він вчився упродовж трьох років з 6 по 8 клас, а потім перейшов до Тишківської середньої школи Городенківського району, яку закінчив у 1952 році.

У післявоєнний період Іван Миколайович став свідком утвердження радянської влади на Прикарпатті. Тяга до знань та освіти визначила подальшу долю юнака. У тому ж році він вступив на біологічний факультет Чернівецького державного університету, який закінчив у 1957 р. за спеціальністю «Біолог-фізіолог рослин». У цей період він познайомився із студентом Кузьмою Векірчиком, доля з яким поєднає Івана Миколайовича на все життя. Кузьма Миколайович Векірчик також навчався на біологічному факультеті впродовж 1952–1957 рр., а з 1959 по 1962 р. був аспірантом кафедри фізіології рослин і мікробіології Чернівецького університету. Після закінчення університету І. М. Бутницький був направлений на вчительську роботу у Волинську область. Два роки працював вчителем біології і хімії Доросинівської (1957–1958 рр.) і Рожищенської (1958–1959 рр.) середніх шкіл. У жовтні 1959 року був обраний секретарем Рожищенського РК ЛКСМУ Волинської області, на посаді якого працював до вересня 1960 року. Це була велика школа життя з несподіваними обставинами. З прекрасної Волині Іван Миколайович знову повернувся у м. Чернівці у свою Альма-матер. З вересня 1960 року по жовтень 1964 року перебував на посаді лекційного асистента кафедри фізіології рослин Чернівецького університету. З цього часу почав наукові дослідження під керівництвом відомого вченого, доктора біологічних наук, професора Г. Х. Молотковського.

У вересні 1964 року Іван Миколайович пройшов за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри агробіології Івано-Франківського педагогічного інституту. Протягом 1968–1970 рр. виконував обов'язки завідувача кафедри агробіології. В Івано-Франківському педагогічному інституті на заочному відділенні вів лекційні і практичні курси з фізіології рослин, мікробіології та ботаніки (анатомії і морфології рослин, систематики нижчих рослин). Лекції і практичні заняття проводив на високому науково-методичному рівні. Брав активну участь в обладнанні лабораторій та кабінетів, громадському житті інституту, систематично виступав з лекціями перед вчителями міста та області, керував школою юних біологів. Саме в Івано-Франківському педагогічному інституті І. М. Бутницький знову зустрівся із своїм однокурсником, а тепер старшим викладачем (1965 р.), потім в. о. доцента кафедри агробіології (з грудня 1966 р. по вересень 1967 р.) Кузьмою Миколайовичем Векірчиком. Скорочення біологічної спеціальності в Івано-Франківську обумовило в 1970 році переїзд Івана Миколайовича до Тернопільського державного педагогічного інституту. Саме з 1970 року доля молодого фізіолога-науковця пов'язана надовго з містом Тернополем і Тернопільським педагогічним інститутом. 14 січня цього ж року обраний за конкурсом на посаду асистента кафедри ботаніки. В цей час кафедрою ботаніки завідувала кандидат біологічних наук, доцент Шиманська Валентина Омелянівна, а доцентом кафедри працював кандидат біологічних наук Векірчик Кузьма Миколайович. У цьому ж році його обирають секретарем вченої ради інституту. З 1975 до 1978 рр. Іван Миколайович працював старшим викладачем, а з 1978 р. – доцентом кафедри ботаніки. Іван Миколайович працював в атмосфері постійного наукового пошуку й пізнання. У 1975 році успішно захистив дисертацію на тему «Полярность и физиолого-биохимические особенности сексуализации некоторых двудомных растений» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю – фізіологія рослин. Рішенням вченої ради Чернівецького державного університету від 29 грудня 1975 року (протокол №5) Бутницькому Івану Миколайовичу присуджено науковий ступінь кандидата біологічних наук, а рішенням Вищої атестаційної комісії при Раді Міністрів СРСР від 23 грудня 1981 року – вчене звання доцента по кафедрі ботаніки. Об'єктами дослідження І. М. Бутницького були однорічні та багаторічні трав'янисті і дерев'янисті дводомні рослини: коноплі посівні, кропива дводомна, хміль звичайний, актинідія гостра та гінкго дволопатева. Його наукові інтереси в той час були присвячені встановленню здатності зелених живців чоловічих та жіночих особин актинідії гострої та гінкго дволопатевого укорінюватися; можливості прогнозування статі на етапі проростання насіння та впливу тривалості фотоперіоду на ростові процеси надземних і підземних органів коноплі посівної; дослідженню морфологічних і фізіолого-біохімічних особливостей; розвитку і формуванню органів чоловічих та жіночих особин зазначених рослин. Сьогодні на території внутрішнього рекреаційного дворику дендрарію Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка зростають дві особини гінкго дволопатевого, які посадив

Іван Миколайович. Спільно з доцентом Івано-Франківського інституту нафти і газу Б. М. Гоцуляком та викладачем Івано-Франківського медичного інституту В. І. Возняком досліджував фізіологічну активність нових сполук, які є похідними лепідинію.

У Тернопільському державному педагогічному інституті (з травня 1997 р. педуніверситет, 19 листопада 1998 р. університету присвоєно ім'я Володимира Гнатюка) Бутницький І. М. працював на таких керівних посадах: проректор з навчальної роботи інституту (1979—1982), ректор педагогічного інституту (1982—1984), завідувач кафедри ботаніки (1988—2002). Працюючи ректором інституту, Іван Миколайович прикладає великі зусилля для укріплення матеріально-технічної бази інституту, удосконалення навчально-виховного процесу та управління якістю підготовки вчителів. З 2002 р. до 2012 р. працював доцентом кафедри ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (з 2004 р. національний).

Іван Миколайович брав активну участь у суспільно-корисній і громадській діяльності. У 1978 р. був призначений відповідальним секретарем приймальної комісії, неодноразово обирався головою місцевого комітету профспілки працівників інституту. За період роботи у педагогічному університеті І. М. Бутницький постійно підвищував свій фаховий рівень на факультетах підвищення кваліфікації різних наукових установ (1977—1978 рр. – Київський державний університет імені Т. Г. Шевченка, 1982 р. – Курси підвищення кваліфікації проректорів МО СРСР, Москва).

І. М. Бутницький був талановитим організатором вищої школи, проявив себе як принциповий, працьовитий, добросовісний у виконанні службових обов'язків, наполегливий у досягненні мети, викладачем з глибокими теоретичними знаннями, якими щедро ділився з студентами, учителями на курсах підвищення кваліфікації, у лекторії товариства «Знання», користувався авторитетом серед викладачів і студентів, проводив плідну науково-дослідницьку роботу, брав активну участь у вихованні студентської молоді та здійсненні заходів щодо органічного поєднання діяльності інституту з роботою загальноосвітніх шкіл області і міста. Необхідно зазначити неоціненний вклад І. М. Бутницького в оснащенні лабораторії фізіології рослин і мікробіології. За його безпосередньої участі були придбані прилади (насоси Комовського, термостати, дистилятор, фотоелектроколориметр, гомогенізатори тканин тощо), якими ще і сьогодні користуються студенти хіміко-біологічного факультету та працівники кафедри ботаніки та зоології. У процесі викладання курсу «Фізіологія рослин» Іван Миколайович висвітлював сучасні досягнення фізіології рослин та показував їх роль у розвитку землеробства, вказував на значення досліджень українських учених у встановленні механізмів фізіолого-біохімічних процесів у рослин. Лабораторні заняття та навчальні практики з фізіології рослин і мікробіології носили дослідницький характер. Дуже часто перед студентами І. М. Бутницький ставив проблемні завдання, під час вирішення яких студенти оволодівали методиками постановки польового, вегетаційного та лабораторного експерименту з зазначеної дисципліни (автори цих рядків С. В. Пида (С. В. Фаріон) і Л. С. Барна (Л. С. Назарко) з 1976 по 1982 рр. навчалися у педагогічному інституті і слухали курс «Фізіологія рослин з основами мікробіології», який висококваліфіковано читав Іван Миколайович.

Наукові здобутки і дослідження І. М. Бутницького пов'язані з вивченням симбіотичної фіксації молекулярного азоту бобовими сільськогосподарськими культурами. Вони направлені на пошук методів посилення фіксації азоту цими рослинами та підвищення їх продуктивності, зокрема активізації бобово-ризобіального симбіозу люцерни посівної засобом інокуляції та застосуванням гетерологічних лектинів, підвищення ефективності симбіотичних систем люцерни за інокуляції Tn5-мутантами *Sinorhizobium meliloti*, інокуляції козлятника східного штамми *Rhizobium galegae* в умовах Західного Лісостепу України Наукова робота координувалася відділом азотофіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Він був організатором двох наукових конференцій, що стосуються проблем біологічної фіксації азоту, брав активну участь в організації та проведенні III-го з'їзду Українського товариства фізіологів рослин (2001 р., м. Тернопіль).

Іван Миколайович виступає офіційним опонентом та рецензує до захисту кандидатські дисертації, керує студентськими науковими роботами, які здійснюються в написанні дипломних робіт та наукових публікацій. Це дає можливість визначати обдарованих випускників і рекомендувати їх до аспірантури. На сьогоднішній день І. М. Бутницьким опубліковано понад 130 наукових і науково-методичних праць, у тому числі два патенти на винаходи.

Активна громадська та наукова діяльність І. М. Бутницького була відзначена державою. Він нагороджений медаллю «Ветеран праці» (1987 р.), значком «Відмінник народної освіти УРСР» (1982 р.), та двома Грамотами МО УРСР (1958 р. і 1990 р.). Обирався депутатом Тернопільської міської Ради народних депутатів. Багато років очолював Тернопільське відділення Українського товариства фізіологів рослин.

Життєва позиція І. М. Бутницького – самовіддане служіння справі, науці, демократичність, прямота, динамізм, рішучість, чесність, участь у долях людей, надзвичайно виразна громадянська позиція. Усі ці риси надають особі Івана Миколайовича привабливості, викликають повагу й характеризують його як яскраву особистість. Його порядність, працелюбність, гумор, уважне ставлення до людей, прагнення робити добро заслуговують найвищої оцінки. Він слугує чудовим прикладом для молодих науковців у виборі життєвих орієнтирів, формуванні якостей справжніх дослідників.

Гордістю Івана Миколайовича є не лише його наукові та педагогічні здобутки, а й велика та міцна родина. Його дружина Ольга Йосипівна постійно підтримує Івана Миколайовича. Разом вони виховали двох чудових синів: Юрія і Романа, чотирьох онуків: Андрія, Олега, Софію й Іванка.

Щиросердечно вітаючи Івана Миколайовича з Днем народження, з почуттям глибокої поваги бажаємо йому міцного здоров'я, добробуту, душевного спокою, родинного благополуччя і затишку, невичерпної творчої енергії та подальших успіхів у житті, активного та щасливого довголіття.

І на завершення зазначимо: «Допоки в науці та освіті є такі Люди, як Іван Миколайович Бутницький, українська наука і освіта житимуть у віках!».

ОСНОВНІ НАУКОВІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРАЦІ

1963

1. Молотковский Г. К. Содержание свободной и связанной воды хлорофиллов и активность ферментов у растений разного пола конопли в генеративную фазу развития / Г. К. Молотковский, И. Н. Бутницкий // XIX науч. сессия Черновиц. ун-та. Секц. биол. науки : матер. сессии. — Черновцы, 1963. — С. 94—96.

1964

2. Молотковский Г. К. Сексуализация тканей женской и мужской форм растений актинидии и некоторые их физиолого-биохимические особенности / Г. К. Молотковский, И. Н. Бутницкий // XX науч. сессия Черновиц. ун-та. Секц. биол. наук : тезисы докл. — Черновцы, 1964. — С. 139—140.
3. Бутницкий И. Н. О некоторых особенностях особей разного пола растений актинидии, гинкго и конопли / И. Н. Бутницкий, Г. Х. Молотковский // XX науч. сессия Черновиц. ун-та. Секц. биол. наук : тезисы докл. — Черновцы, 1964. — С. 145—146.
4. Бутницкий И. М. Роль основных вегетативных органов у сексуализации растений конопель на різних фотоперіодах і динаміка вмісту білка в них / І. М. Бутницький, Г. К. Молотковський // 2-га укр. респ. наук. конф. з фізіол. та біохім. Рослин : матер. конф. — К. : Наук. думка, 1964. — С. 335—336.

1965

5. Бутницкий И. Н. Укореняемость стеблевых черенков женского и мужского пола растений актинидии и особенности их фосфорного обмена / И. Н. Бутницкий, Г. Х. Молотковский // XXI науч. сессия Черновиц. ун-та : тезисы докл. — Черновцы, 1965. — С. 175—179.
6. Бутницкий И. Н. Сексуализация тканей растений конопли и некоторые стороны их фосфорного обмена / И. Н. Бутницкий, Г. Х. Молотковский // XXI науч. сессия Черновиц. ун-та : тезисы докл. — Черновцы, 1965. — С. 184—186.
7. Бутницкий И. М. Особливості полярного розподілу фосфорних сполук у чоловічих і жіночих рослинах актинидії / І. М. Бутницький, Г. Х. Молотковський // Тези доп. Міжвуз. конф. присвяч. 25-

- річчю воз'єд. Північної Буковини з УРСР (Чернівці, 21-25 верес. 1965 р.). — Чернівці, 1965. — С. 70—72.
8. Бутницький І. М. Динаміка фосфорних сполук у чоловічих і жіночих рослин конопель / І. М. Бутницький, Г. Х. Молотковський. // Биологические основы рационального использования и охраны растительного и животного мира : тезисы. докл. Респ. науч. конф. — Сімферополь, 1965. — С. 115—118.
 9. Бутницький І. М. Прикорінення живців жіночої і чоловічої статі рослин актинідії та особливості їх фосфорного обміну / І. М. Бутницький, Г. Х. Молотковський // Звітна наук.-теорет. конф. кафедр Івано-Франківського педінституту : тези доп. — Івано-Франківськ, 1965. — С. 180—184.
- 1966**
10. Гуцуляк Б. М. Вплив лепідинієвих похідних на проростання насіння конопель і огірків / Гуцуляк Б. М., Бутницький І. М. // Тези доповідей звітної наукової конференції кафедр Івано-Франківського педінституту. — Івано-Франківськ, 1966. — С. 263—265.
 11. Бутницький І. М. Ріст і нагромадження сухої речовини в конопель під дією похідних лепідинію / Бутницький І. М., Гуцуляк Б. М. // Тези доповідей звітної наукової конференції кафедр Івано-Франківського педінституту. — Івано-Франківськ, 1966. — С. 266—268.
- 1968**
12. Молотковський Г. Х. Роль пагона і кореня у формування чоловічої і жіночої статі у рослин актинідії / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Доповіді АН УРСР. Серія Б. — 1969. — № 1. — С. 70—73.
- 1969**
13. Гуцуляк Б. М. Производные лепидиния как регулятора роста и развития сельскохозяйственных растений. Сообщ. 1. Влияние некоторых монометиновых и хлостерилловых красителей производных ариллепидиния на рост и биохимические процессы в конопле и огурцах / Гуцуляк Б. М., Бутницкий И. Н. // Физиологические активные вещества. — К. : Наук. думка, 1969. — С. 128—136.
 14. Молотковський Г. Х. Про деякі морфологічні та біохімічні ознаки статі в конопель / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Укр. бот. журнал. — 1971. — Т. XXVIII, № 1. — С. 23—29.
- 1971**
15. Гуцуляк Б. М. Производные лепидиния как регуляторы роста и развития растений. Сообщ. 2. Изучение физиологической активности некоторых хлоридов хиноцианининовых красителей / Гуцуляк Б. М., Векирич К. М., Бутницкий И. Н. // Физиологические активные вещества. — К. : Наук. думка, 1971. — Вып. 3. — С. 211—218.
- 1972**
16. Бутницкий И. Н. Производные лепидиния как регуляторы роста и развития растений. Сообщ. 4. Синтез и физиологическая активность некоторых производных 1-метил-6-оксилепидиний хлорида / Бутницкий И. Н., Роговик М. К., Гуцуляк Б. М. // Физиологические активные вещества. — К. : Наук. думка, 1972. — Вып. 4. — С. 101—105.
- 1973**
17. Бутницкий И. Н. Производные лепидиния как регуляторы роста и развития растений. Сообщ. 6. Некоторые соли п-диметиламиностирилхинолиния / Бутницкий И. Н., Возняк И. В., Гуцуляк Б. М. // Физиологические активные вещества. — К. : Наук. думка, 1973. — Вып. 5. — С. 108—110.
- 1974**
18. Бутницкий И. Н. Ростстимулирующая активность 2-п-диметиламиностирил-хинолиниевых солей / Бутницкий И. Н., Возняк И. В., Гуцуляк Б. М. // Физиологические активные вещества. — К. : Наук. думка, 1974. — Вып. 6. — С. 82—85.
 19. Молотковський Г. Х. Особливості фосфорного обміну в чоловічих і жіночих рослинах актинідії гострої / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Досягнення ботанічної науки в Україні : матер. V-го з'їзду Українського ботанічного товариства. — К. : Наук. думка, 1974. — С. 102—103.
- 1975**
20. Бутницкий И. Н. Производные лепидиния как регуляторы роста и развития растений. Сообщ. 7. Зависимость между химическим строением и физиологической активностью некоторых солей п-диметиламиностирилхинолиния / Бутницкий И. Н. // Физиологические активные вещества. — К. : Наук. думка, 1975. — Вып. 7. — С. 96—100.
 21. Бутницкий И. Н. Полярность и физиолого-биохимические особенности сексуализации некоторых двудомных растений : автореф. дис... канд. биол. наук : спец. 03.00.12 «Физиология растений» / И. Н. Бутницкий. — Черновцы : Черновицкий Госуниверситет, 1975. — 28 с.

1976

22. Дослідження фізіологічної активності похідних хінолінію / Бутницький І. М., Возняк І. В., Гуцуляк Б. М., Роговик М. К., Халімон А. Ф. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1976. — С. 95—96.
23. Молотковський Г. Х. Вивчення особливостей азотного обміну в чоловічих і жіночих рослинах конопель посівних / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1976. — С. 123—424.
24. Бутницький І. М. Дослідження активності деяких окислювальних ферментів у чоловічих і жіночих рослинах конопель посівних / Бутницький І. М., Молотковський Г. Х. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1976. — С. 190—491.
25. Бутницький І. М. Деякі показники фізіолого-біохімічної диференціації статі в актинідії гострої при її живцюванні / Бутницький І. М., Молотковський Г. Х. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1976. — С. 190—191.
26. Молотковський Г. Х. Про можливість прогнозування статі у конопель посівних під час проростання насіння / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1976. — С. 212-213.

1977

27. Молотковський Г. Х. Прикорінення чоловічих і жіночих живців гінкго дволопатевого та особливості нагромадження в них білка / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1977. — С. 55—56.
28. Молотковський Г. Х. Дослідження деяких показників фізіолого-біохімічної диференціації статі в гінкго дволопатевого / Молотковський Г. Х., Бутницький І. М. // Досягнення ботанічної науки в Україні. — К. : Наук. думка, 1977. — С. 12—43.

1985

29. Бутницький І. Н. Исследование новых производных хинолина в качестве стимуляторов роста растений / Бутницький І. Н., Гуцуляк Б. М., Мельник М. В. // Республиканский межвед. сборник научных трудов. — К. : Наук. думка, 1985. — Вып. 17. — С. 80—82.
30. Бутницький І. Н. Формы и методы организации стажировки выпускников педвуза / Бутницький І. Н., Скильський Д. М. // Межвуз. сборник научных трудов. — Вологда, 1985. — С. 121—128.

1986

31. Бутницький І. М. Вплив фотоперіодизму на ріст надземних і підземних органів у конопель різної статі та нагромадження з них білка / Бутницький І. М., Молотковський Г. Х. // Український ботанічний журнал. — 1986. — Т. XXV, № 6. — С. 22—27.
32. Бутницький І. Н. Изучение производных лецитина в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных растений / Бутницький І. Н., Гуцуляк Б. М. // Биологическая наука в университетах и педагогических институтах Украины за 50 лет : матер. меж вуз. конф. — Харьков : Изд-во Харьковского университета, 1986 — С. 149—150.

1988

33. К вопросу об экологическом образовании и воспитании студентов педвуза в процессе изучения физиологии растений / Бутницький І. Н., Векирчик К. Н., Скильський Д. М., Піда С. В. // Рациональное использование, охрана, воспроизводство биологических ресурсов и экологическое воспитание : тезисы докл. науч.-практ. конф. (Запорожье, 27-29 сент. 1988 г.). — Запорожье, 1988. — С. 271—272.
34. Бутницький І. Н. Некоторые вопросы подготовки будущих учителей биологии к воспитанию у учащихся любознательности, исследовательских навыков / Бутницький І. Н., Фецин Н. Е. // Дидактические проблемы подготовки учительских кадров : тезисы науч.-практ. конф. — Тернополь, 1988. — С. 132—133.
35. Бутницький І. Н. Некоторые вопросы профессиональной направленности преподавания курса физиологии растений в педвузах / Бутницький І. Н., Фецин Н. Е. // Актуальные вопросы преподавания химии и биологии в вузах в свете требований перестройки высшей школы : тезисы науч.-мет. конф. — Ош, 1988. — С. 85—86.
36. Скильський Д. М. Подготовка студентов к использованию средств массовой информации в природоохранительной работе с учащимися / Скильський Д. М., Бутницький І. Н. // Совершенствование природоохранительного образования и воспитания ученической и студенческой молодежи : тезисы докл. Респуб. науч. сем. — Мелитополь, 1988. — С. 83—84.

1989

37. Бутницький І. Н. Подготовка будущих учителей к воспитанию у учащихся заинтересованности биологией и формированию у них исследовательских навыков / Бутницький І. Н., Скильський Д. М.,

- Крупская М. Г. // Тезисы Всесоюзной научно-практической конференции преподавания методики биологии высших заведений. — Челябинск, 1989. — Ч. II. — С. 87—88.
38. Скільський Д. М. Підготовка майбутніх учителів до природоохоронної роботи в школі / Скільський Д. М., Бутницький І. М. // Розвиток освіти і культури в Західних областях УРСР : тези доп. практ. конф. — Тернопіль, 1989. — Ч. II. — С. 20—22.
- 1990**
39. Бутницький І. М. Деякі питання організації самостійної роботи студентів в процесі вивчення фізіології рослин / Бутницький І. М., Скільський Д. М., Пида С. В. // Зміст, форми і методи самостійної роботи студентів : тези обл. наук.-практ. конф. викладачів (Тернопіль, 5-6 лют. 1990 р.). — Тернопіль, 1990. — С. 157—159.
40. Бутницький І. М. Система естетичної підготовки майбутніх вчителів біології в курсі спеціальних дисциплін / Бутницький І. М., Скільський Д. М., Пида С. В., Швець Н. В. // Зміст, форми і методи самостійної роботи студентів : тези обл. наук.-практ. конф. викладачів (Тернопіль, 5-6 лют. 1990 р.). — Тернопіль, 1990. — С. 70—71.
41. Скільський Д. М. Підготовка майбутніх учителів до екологічного виховання учнів засобами періодичної преси / Скільський Д. М., Бутницький І. М. // Шляхи вдосконалення професійної педагогічної підготовки вчителя в умовах перебудови вищої і середньої школи : тези доп. Міжвуз. наук.-практ. конф. (Ніжин, 1990 р.). — Ніжин, 1990. — Ч. 2. — С. 14—15.
42. Бутницький І. М. До історії становлення традицій у вихованні вчителя — природодослідника / Бутницький І. М., Зелінка С. В., Скільський Д. М. // Розвиток пед. науки в Західних областях України : тези доп. наук. практ. конф. (Тернопіль, 1990 р.). — Тернопіль, 1990. — Ч. I. — С. 109—111.
43. Застосування ризоторфіну з метою підвищення урожаю і вирощування екологічно чистої продукції рослин / Бутницький І. М., Донченко П. О., Бенцаровський Д. М., Пида С. В., Блищак М. С. // Проблеми охорони природи і відтворення природно-ресурсного потенціалу Західного Поділля : тези регіон. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 1990 р.). — Тернопіль : Збруч, 1990. — 66-68.
44. Активизация учебной деятельности студентов педвуза в процессе изучения физиологии растений / Бутницький І. М., Скільський Д. М., Пида С. В., Швець Н. В. // Совершенствование учебно-воспитательного процесса в школе и педвузе : тезисы науч.-практ. конф. — Кривой Рог: КГПИ, 1990. — С. 266—267.
45. Бутницький І. Н. Влияние хинолина на рост конопли посевной и накопление в ее органах сухого вещества и белка / Бутницький І. Н., Гуцуляк Б. М. // Ботанические исследования на Украине. — К. : Наук. думка, 1990. — С. 13—15.
- 1991**
46. Скільський Д. М. Система стажування випускника педвузу. Учитель національної школи / Скільський Д. М., Бутницький І. М. // I звітна наук. конф. викл. та студ. географ. ф-ту Тернопільського пед. ін-ту за 1990 рік : тези доп. — Тернопіль, 1991. — С. 87—90.
47. Вплив передпосівної інокуляції насіння бульбочковими бактеріями та різного рівня азотного живлення на азотфіксуючу активність, ріст і урожай люпину жовтого / Бутницький І. М., Старченков Ю. П., Векірчик К. М., Пида С. В., Донченко П. О., Кругова О. Д., Бенцаровський Д. // Биологическая фиксация молекулярного азота и азотный метаболизм бобовых растений : тезисы докл. Респ. конф. посвящен. памяти чл.-кор. АН УССР А. В. Манорика (Тернополь, 1991 г.). — К., 1991. — С. 13.
48. Вплив передпосівної інокуляції насіння бульбочковими бактеріями на ріст утворення бульбочок, деякі біохімічні показники і продуктивність квасолі на різних фонах живлення рослин мінеральним азотом / Векірчик К. М., Бутницький І. М., Донченко П. О., Пида С. В. // Биологическая фиксация молекулярного азота и азотный метаболизм бобовых растений : тезисы докл. Респ. конф. посвящен. памяти чл.-кор. АН УССР А. В. Манорика (Тернополь, 1991 г.). — К., 1991. — С. 13.
49. Бутницький І. М. Деякі аспекти екологічного виховання майбутніх учителів біології в процесі вивчення фізіології рослин та мікробіології / Бутницький І. М., Скільський Д. М. // Биологическая фиксация молекулярного азота и азотный метаболизм бобовых растений : тезисы докл. Респ. конф. посвящен. памяти чл.-кор. АН УССР А. В. Манорика (Тернополь, 1991 г.). — К., 1991. — С. 184.
50. Головка Э. А. Особенности роста и накопления нитратов у люпина белого под влиянием минерального азота и инокуляции / Головка Э. А., Бутницький І. Н., Пида С. В. // Физиолого-генетические механизмы регуляции азотного питания растений : тезисы докл. конф (Киев, 14-19 октяб. 1991 г.). — Киев, 1991. — С. 78—79.
51. Скільський Д. М. Народная педагогика в теоретическом наследии К. Д. Ушинского / Скільський Д. М., Степанов А. М., Бутницький І. Н. // Народная педагогика и современные

- проблеми виховання : матер. Всесоюз. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 1991 г.). — Чебоксары, 1991. — С. 37—39.
52. Скильський Д. М. Деякі аспекти підготовки студентів до екологічного виховання школярів / Скильський Д. М., Бутницький І. М. // Концепція національної школи України і проблеми підготовки та підвищення кваліфікації вчительських кадрів : тези доп. міжвуз. конф. (Львів, 7-8 черв. 1991 р.). — Львів, 1991. — С 45—47.
- 1992**
53. Бутницький І. М. Особливості росту, накопичення азотистих сполук і формування врожаю люпином жовтим під впливом інокуляції та мінерального азоту./ Бутницький І. М., Пида С. В. // Тези доп. IX з'їзд Укр. ботан. тов-ва. — К. : Наукова думка, 1992. — С. 262—263.
54. Влияние инокуляции и минерального азота на азотфиксирующую активность содержание хлорофиллов и урожай люпина желтого / Пыда С. В., Старченков Е. П., Головка Э. А., Бутницький И. Н., Михайловська Е. Н. // Микроорганизмы в сельск. хоз. : тезисы докл. IV Всесоюзн. конф. (Пушино, 20-24 янв. 1992 г.) — Пушино, 1992 — С. 169.
55. Бутницький І. М. Дослідження азотфіксуючої і алелопатичної активності бобових рослин та екологічне виховання майбутніх вчителів біології та хімії / Бутницький І. М., Пида С. В. // XVI Українська конф. з орг. хімії : тези доп. (Тернопіль, 1992 р.). — Тернопіль, 1992. — Ч. II. — С. 458.
56. Бутницький І. М. Вплив інокуляції і мінерального азоту на ріст і алелопатичну активність люпину / Бутницький І. М., Пида С. В., Округ Л. // Тези доп. II звітної наук. конф. викл. та студ. геогр. ф-ту Терноп. педінституту за 1991 рік. — Тернопіль, 1992. — С. 85.
- 1993**
57. Вплив інокуляції та мінерального азоту на синтез вільних амінокислот в листках люпину білого / [Бутницький І. М., Пида С. В., Коць С. Я. та ін.] // Матеріали звітної наук. конф. викл і студ. природн. ф-ту ТДП за 1992 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 11.
58. Дослідження ризолігніну як препарату інокуляції при вирощуванні гороху посівного / [Бутницький І. М., Донченко П. О., Пида С. В. та ін.] // Матеріали звітної наук. конф. викл і студ. природн. ф-ту ТДП за 1991 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 9.
59. Дослідження інокуляції люпину білого новими штамми бульбочкових бактерій / Пида С. В., Бутницький І. М., Леськів О. А., Нірода В. М. // Матеріали звітної наук. конф. викл і студ. природн. ф-ту ТДП за 1991 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 41.
60. Ріст і нагромадження азоту в надземних органах люпину жовтого під впливом нітрагінізації / С. В. Пида, І. М. Бутницький, Е. А. Головка, П. О. Донченко // Тез. доп. II з'їзду Українського товариства фізіологів рослин (Київ, 1993 р.). — К., 1993. — Т. 2. — С. 42—43.
61. Дослідження росту та алелопатичної активності люпину під впливом інокуляції і мінерального азоту / С. В. Пида, Е. А. Головка, Ю. П. Старченков, І. М. Бутницький // Тез. доп. II з'їзду Українського товариства фізіологів рослин (Київ, 1993 р.). — К., 1993. — Т. 2. — С. 43—44.
62. Влияние ризоторфина на симбиотические свойства люпина желтого / Головка Э. А., Старченков Е. П., Пыда С. В., Бутницький И. Н. // Физиология и биохимия культ. растений. — 1993. — Том. 25, № 4. — С. 352—356.
63. Бутницький І. М. Вплив інокуляції і мінерального азоту на азотфіксацію та алелопатичну активність люпину / Бутницький І. М., Пида С. В. // Навколишнє середовище і здоров'я : тези доп. Міжнар. наук. конф. (Чернівці, 23-25 лист. 1993 р.). — Чернівці, 1993. — С. 122.
- 1994**
64. Пошуки оптимізації симбіотрофічної фіксації азоту люпином жовтим в умовах західного Поділля / Пида С. В., Головка Е. А., Старченков Ю. П., Бутницький І. М. // Інтродукція харчових і кормових рослин : матер. наук. конф. — Київ : ЦБС АНУ, 1994. — С. 71—72.
65. Дослідження люпину жовтого в умовах Західного Поділля як симбіотрофного азотфіксатора і джерела кормового білка / Бутницький І. М., Пида С. В., Іванець Г. П., Тимків С. М. // Матеріали звітної наукової конференції викладачів та студентів природн. ф-ту ТДП за 1992 рік. — Тернопіль, 1993. — С. 10.
66. Скильський Д. М. Підготовка студентів педвузу до екологічного виховання учнів засобами періодичної преси / Скильський Д. М., Бутницький І. М. // Екологія і освіта : проблеми теорії і практики : тези доп. і повідом. учасників Міжнар. наук.-практ. конф. (Умань, 20-21 квітня 1994 р.). — Умань, 1994. — Т. 3. — С. 31—33.
67. Випробування ризолігніну як препарату інокуляції при вирощуванні люпину жовтого / Бутницький І. М., Пида С. В., Донченко П. О., Василик О. Я. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного інституту. Серія біологія, хімія, педагогіка. — Тернопіль, 1994. — Вип. I. — С. 17—18.

68. Пида С. В. Вплив інокуляції та мінерального азоту на біохімічні показники і алелопатичну активність люпину жовтого / Пида С. В., Головка Е. А., Бутницький І. М. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного інституту. Серія біологія, хімія, педагогіка. — Тернопіль, 1994. — Вип. I. — С. 71—77.
69. Дослідження ефективності ризоторфіну і ризолігніну при вирощуванні люпину в умовах Західного Поділля / Пида С. В., Бутницький І. М., Толкачев М. З., Іванюта С. П. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного інституту. Серія біологія, хімія, педагогіка. — Тернопіль, 1994. — Вип. I. — С. 70—71.

1995

70. Головка Э. А. Исследование эффективности нескольких штаммов клубеньковых бактерий люпина в условиях Западной Подолии / Головка Э. А., Пыда С. В., Бутницкий И. Н. // 9-й Баховский коллоквиум по азотфиксации, посвященный памяти члена-корреспондента РАН В.Л. Кретовича : тез. докл. (Москва, 24-25 янв. 1995 г.). — Пушино, 1995. — С. 107
71. Бутницький І. М. Видатний дослідник флори України / Бутницький І. М., Зелінка С. В. // Тернопілля - 95. Регіональний річник. — Тернопіль : Збруч, 1995. — С. 298—303.

1996

72. Пида С. В. Ефективність інокуляції козлятника в умовах Західного Поділля / Пида С. В., Бутницький І. М., Маліченко С. М. // Актуальні проблеми фізіології рослин і генетики : тези доп. VI конф. молод. вчених (Київ, 9-11 жовт. 1996 р.). — Київ, 1996. — С. 41—42.

1997

73. Бутницький І. М. Виховання вчителів біології в Тернопільському педінституті через залучення студентів до наукової роботи з проблем азотфіксації / Іван Бутницький, Світлана Пида // Українська наука : минуле, сучасне, майбутнє : щорічник / Всеукр. наук. та професійне товариство імені Миколи Міхновського ; за заг. ред. проф. Б. Лановика. — Тернопіль, 1997. — С. 161—163.
74. Бутницький І. М. Ефективність інокуляції люпину жовтого новими штамми ризобіальних бактерій / Іван Бутницький, Світлана Пида, Мая Нічик // Українська наука : минуле, сучасне, майбутнє : щорічник / Всеукр. наук. та професійне товариство імені Миколи Міхновського ; за заг. ред. проф. Б. Лановика. — Тернопіль, 1997. — С. 171—175.
75. Головка Е. А. Алелопатичні і симбіотичні особливості люпину при різних рівнях азотного живлення / Головка Е. А., Пида С. В., Бутницький І. М. // Физиология и биохимия культ. растений. — 1997. — Т. 29, № 4. — С. 293—298.
76. Головка Е. А. Ефективність бобово-ризобіального комплексу люпину в умовах Західного Поділля / Головка Е. А., Пида С. В., Бутницький І. М. // Мікробіологічний журнал. — 1997. — Т. 59, № 4. — С. 28—33.
77. Бутницький І. М. Оптимізація симбіотрофної фіксації молекулярного азоту бобовими рослинами в умовах Західного Поділля / Бутницький І. М., Пида С. В., Михалків Л. М. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія Біологія. — 1997. — № 1 (4). — С. 30-31.
78. Бутницький І. М. Вплив інокуляції та мінерального азоту на оводненість тканин та азотфіксуючу активність люпину жовтого / Бутницький І. М., Пида С. В., Левчук О. М. // Актуальні проблеми фізіології водного режиму та посухостійкості рослин, присвяч. пам'яті д-ра біол. наук. проф. Шматька Івана Григоровича : зб. наук. праць за матеріалами наук.-практ. конф. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України ; відп. ред. В. В. Моргун. — К. : ТОВ «Міжнар. фін. агенція», 1997. — С. 86—88.

1998

79. Вплив фіторегуляторів цитокінінової дії на ефективність симбіотичних систем люцерна — *Rhizobium meliloti* при різному співвідношенні біологічного і мінерального азоту / Олег Левчук, Іван Бутницький, Кузьма Векірчик, Світлана Пида, Олександр Конончук // Українська наука : минуле, сучасне, майбутнє : щорічник / Всеукр. наук. та професійне товариство імені Миколи Міхновського ; за заг. ред. проф. Б. Лановика. — Тернопіль : Економічна думка, 1998. — С. 199—203.
80. Вплив інокуляції та мінерального азоту на ріст і формування урожаю люпину білого в умовах Тернопільської області / [Бутницький І. М., Пида С. В., Заболотна В. П. та ін.] // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. — 1998. — № 2 (4). — С. 39—43.
81. Розвиток ботанічної науки на Тернопіллі / Векірчик К. М., Барна М. М., Бутницький І. М., Шиманська В. О. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. — 1998. — № 2 (4). — С. 101—106.

82. Пида С. В. Фізіолого-біохімічні показники ефективності інокуляції люпину білого в умовах Західного Поділля / Пида С. В., Бутницький І. М., Заболотна В. П. // Наукові записки ТДПУ. Серія : Біологія. — 1998. — № 3 (4). — С. 45—49.

83. Пида С. В. Вплив нових штамів *Bradyrhizobium lupini* симбіотичну азотфіксацію люпину / Пида С. В., Бутницький І. М. // 36. наукових праць Інституту землеробства УААН. — К. : Нора-Прінт, 1998. — Вип. 2. — С. 118—122.

1999

84. Взаємозалежність між інокуляцією, підживленням молібденом та ростом надземних органів козлятника східного / Заболотна В., Маліченко С., Бутницький І., Коць С., Власюк О., Дамборинська Л. // Українська наука : минуле, сучасне, майбутнє : щорічник / Всеукр. наук. та професійне товариство імені Миколи Міхновського ; за заг. ред. проф. Б. Лановика. — Тернопіль : Економічна думка, 1999. — С. 248—252.

85. Бутницький І. М. Дослідження симбіотрофної азотфіксувальної активності козлятника східного в умовах Західного Лісостепу України / Бутницький І. М., Маліченко С. М., Коць С. Я., Заболотна В. П. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. — 1999. — №1 (4). — С. 45—48.

86. Азотфіксувальна активність та кормова продуктивність козлятника східного в умовах Західного Лісостепу України / Заболотна В. П., Коць С. Я., Маліченко С. М., Бутницький І. М. // Вивчення онтогенезу рослин природних та культурних флор у ботанічних закладах і дендропарках Євразії : матер. 11 міжнар. конф. (Біла Церква, 17-19 трав. 1999 р.). — Біла Церква, 1999. — С. 93—96.

87. Інтродукція *Galega orientalis* Lam, в умовах Західного Поділля та в активізація його симбіотичної азотфіксації / Бутницький І. М., Заболотна В. П., Коць С. Я., Маліченко С. М. // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі : матер. всеукр. наук. конф. (Тернопіль, 16-18 черв. 1999 р.). — Тернопіль : Вид-во Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, 1999. — С. 9—11.

88. Бутницький І. М. Фізіологічні особливості інтродукції козлятника східного в умовах Західного Лісостепу України / Бутницький І. М., Заболотна В. П. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. — 1999. — № 2 (5). — С. 29—32.

2000

89. Азотфіксувальна активність і насіннева продуктивність козлятника східного при інокуляції та підживленні рослин молібденом / [Бутницький І. М., Заболотна В. П., Коць С. Я. та ін.] // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. — 2000. — №1 (8). — С. 22—27.

90. Заболотна В. П. Еколого-фізіологічні аспекти інтродукції козлятника східного в Західному Лісостепу України / Заболотна В. П., Бутницький І. М. // Екологічна наука і освіта в педагогічних вузах України : Матер. Всеукр. наук. конф. (Умань, 11-12 трав. 2000 р.). — К. : Науковий світ, 2000. — С. 77—79.

91. Заболотна В. П. Вплив інокуляції, мінерального азоту і молібдену на онтогенез козлятника східного в умовах Західного Лісостепу України / Заболотна В. П., Бутницький І. М., Василик В. Я., Григор'єва С. В. // Вивчення онтогенезу рослин природної і культурної флор у ботанічних закладах і дендропарках Євразії : матер. 12 міжнар. наук. конф. (Полтава 25-27 вересня 2000 р.). — Полтава, 2000. — С. 126—128.

2001

92. Інокуляція козлятнику східного як засіб підвищення врожаю надземної маси і нагромадження в ній білка / Заболотна В. П., Бутницький І. М., Коць С. Я., Маліченко С. М. // Физиология и биохимия культ. растений. — 2001. — 33, № 4. — С. 313—318.

93. Дослідження азотфіксувальної активності *Galega orientalis* Lam. / Бутницький І. М., Заболотна В. П., Семчишин Т. Я., Ямборко Н. А. // Матеріали XI з'їзду Українського ботанічного товариства (Харків, 25-27 верес. 2001 р.). — Харків, 2001. — С. 54—55.

94. Взаємозалежність між інокуляцією, підживленням молібденом, азотфіксувальною активністю та насінневою продуктивністю козлятнику східного / [Заболотна В. П., Бутницький І. М., Коць С. Я. та ін.] // Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм : матер. міжнар. наук. конф. (Тернопіль, 1-4 жовт. 2001 р.). — Тернопіль : ТДПУ імені Володимира Гнатюка, 2001. — С. 56—60.

2002

95. Штам бактерій *Rhizobium galegae* MC-1 для получения бактеріального добрива под козлятник / [Коць С. Я., Маліченко С. М., Титова Л. В. та ін.] // Микробиология и биотехнология XXI столетия

- (посвящена 100-летию со дня рождения С.А. Самцевича) : матер. Междунар. конф. (Минск, 22-24 мая 2002). — Минск, 2002. — С. 236—237.
96. Оптимізація азотфіксувальної активності козлятнику східного в умовах Західного Лісостепу України / Бутницький І. М., Коць С. Я., Маліченко С. М., Заболотна В. П. // Наукові записки ТДПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. — 2002. — № 3 (18). — С. 43—47.
97. Пат. 51890 А Україна, С 05 F 11/08 С 12 N 1/20 Штам бактерій *Rhizobium* sp. (*Galega*) МС-1 № 159 (колекція ІФРГ НАН України) для одержання бактеріального добрива під козлятник / С. М. Маліченко, С. Я. Коць, Л. В. Титова, І. М. Бутницький, В. П. Заболотна. (Україна). Опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12.
- 2003**
98. Бутницький І. М. Інтродукція козлятника східного (*Galega orientalis* Lam.) та оптимізація його азотфіксувальної активності / Бутницький І. М., Заболотна В. П., Маліченко С. М., Коць С. Я. // Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье : матер. XII Междунар. симпоз. (Алушта, 7-14 сент. 2003 г.). — Симферополь, 2003. — С. 164—166.
- 2004**
99. Пат. 65227 А Україна, С 05 F 11/08 С 12 N 1/20 Штам *Sinorhizobium meliloti* 425 а для інокуляції козлятника східного / С. Я. Коць, С. М. Маліченко, В. К. Даценко, І. М. Бутницький, В. П. Заболотна. (Україна). Опубл. 15.03.2004, Бюл. № 3.
100. Азотфіксувальна активність та кормова продуктивність люцерни посівної під впливом інокуляції / Коць С. Я., Бутницький І. М., Заболотна В. П., Василюк В. М. // Наука і освіта'2004 : матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 10-25 лютого 2004 р.). — Дніпропетровськ, 2004. — С. 39—42.
101. Ефективність інокуляції козлятника східного штамми *Rhizobium galegae* в умовах Західного Лісостепу України / Бутницький І. М., Заболотна В. П., Коць С. Я., Маліченко С. М. // 10 з'їзд Товариства мікробіологів України : тези доп. (Одеса, 15-17 верес. 2004 р.). — Одеса: Астропринт, 2004. — С. 266.
102. Заболотна В. П. Значення козлятника східного у симбіотичній фіксації азоту та підвищенні збору білка / Заболотна В. П., Бутницький І. М., Коць С. Я. // Физиология и биохимия культ. растений. — 2004. — Т. 36, № 4. — С. 291—300.
103. Вплив інокуляції на азотфіксувальну активність та накопичення білка галегою східного при її інтродукції в умовах Західного Поділля / Бутницький І., Коць С., Маліченко С., Бутницька І. // Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти : тези доп. міжнар. наук. конф. (Львів, 18-21 серп. 2004 р.). — Львів : СПОЛОМ, 2004. — С. 136.
- 2005**
104. Азотфіксувальна активність симбіотичних систем люцерни в симбіозі з новими штамми бульбочкових бактерій, отриманими біотехнологічними методами / Воробей Н. А., Маліченко С. М., Бутницький І. М., Василюк В. М. // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. до 90-річчя від дня народження професора О. Ф. Михайлова (Дніпропетровськ, 5-6 квіт. 2005 р.). — Дніпропетровськ : ДНУ, 2005. — С. 10—11.
- 2006**
105. Дослідження ефективності інокуляції люцерни посівної новими штамми *Sinorhizobium meliloti* в умовах Західного Поділля / [Воробей Н. А., Бутницький І. М., Заболотна В. П. та ін.] // Матеріали XII з'їзду Українського ботанічного товариства (Одеса, 15-18 трав. 2006 р.). — Одеса, 2006. — С. 418.
106. Азотфіксувальна активність симбіотичних систем люцерни, утворених за участю різних генотипів макро- і мікросимбіонта / Воробей Н. А., Коць С. Я., Бутницький І. М., Кудрявченко Л. А. // Матеріали XII з'їзду Українського ботанічного товариства (Одеса, 15-18 трав. 2006 р.). — Одеса, 2006. — С. 419.
107. Бутницький І. М. Фізіологія рослин у системі підготовки професійно компетентних вчителів біології / І. М. Бутницький // Професійні компетенції та компетентності вчителя: матер. регіон. семінару. (Тернопіль, 28-29 лист. 2006 р.). — Тернопіль, ТНПУ, 2006. — С. 155—156.
108. Ефективність нових штамів бульбочкових бактерій в симбіозі з люцерною посівною / [Бутницький І. М., Заболотна В. П., Воробей Н. А. та ін.] // Мікробні біотехнології: тези доп. Міжнар. наук. конф. (Одеса, 11-15 верес. 2006 р.). — Одеса : Астропринт, 2006. — С. 42.
- 2007**
109. Воробей Н. А. Ефективність симбіотичних систем люцерни за інокуляції Тп5-мутантами *Sinorhizobium meliloti* / Воробей Н. А., Коць С. Я., Бутницький І. М. // Физиология и биохимия культ. растений. — 2007. — Т. 39, № 2. — С. 105—113.

110. Дослідження декількох штамів-транспозантів *Sinorhizobium meliloti* в азотфіксувальному симбіозі з люцерною посівною / [Бутницький І. М., Коць С. Я., Воробей Н. А. та ін.] // Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі : тези доп. III міжнар. наук. конф., присвяченої 100-річчю заснування кафедри фізіології та екології рослин у Львівському національному ун-ті імені Івана Франка (Львів, 4-6 жовт. 2007 р.). — Львів, 2007. — С.58.
111. Поливкан Г. В. Дослідження ефективності інокуляції люцерни посівної транспозоновими мутантами *Sinorhizobium meliloti* / Поливкан Г. В., Стойко М. І., Воробей Н. А., Бутницький І. М. // Сучасний стан і пріоритети розвитку фізіології рослин, генетики та біотехнології : матер. 10-ї конф. молодих вчених Інст. фізіології рослин і генетики НАН України (Київ, 25-26 жовт. 2007 р.). — Київ, 2007. — С. 26—27.
112. Воробей Н. А. Бобово-ризобіальний симбіоз за участю люцерни і Тп5-мутантів *Sinorhizobium meliloti* / Воробей Н. А., Коць С. Я., Бутницький І. М. // Сучасний стан і пріоритети розвитку фізіології рослин, генетики та біотехнології : матер. 10-ї конф. молодих вчених Інст. фізіології рослин і генетики НАН України (Київ, 25-26 жовт. 2007 р.). — Київ, 2007. — С. 92—93.

2008

113. Вплив інокуляції на формування корневих азотфіксувальних бульбочок та урожай трави люцерни посівної в умовах Західного Поділля / [Т. Свист, Н. Зая, І. М. Бутницький та ін.] // Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації : матер. Всеукр. наук. конф. студентів та молодих вчених (Тернопіль, грудень 2008 р.). — Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2008. — С. 74.
114. Взаємозалежність між інокуляцією та синтезом пластидних пігментів в люцерни посівної / [Н. Зая, Т. Свист, І. М. Бутницький та ін.] // Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації : матер. Всеукр. наук. конф. студентів та молодих вчених (Тернопіль, грудень 2008 р.). — Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2008. — С. 89.
115. Бутницький І. М. Дослідження азотфіксувальної активності генетично створених штамів *Sinorhizobium meliloti* в симбіозі з люцерною посівною/ [І. М. Бутницький, Н. А. Воробей, Т. В. Грицюк та ін.] // Дослідження флори і фауни Західного Поділля : матер. регіон. наук.-практ. конф. присвяченої 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ імені Володимира Гнатюка (с. Гутисько Бережанського району Тернопільської області, 6-7 трав. 2008 р.). — Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2008. — С. 5—7.
116. Воробей Н. А. Азотфіксувальна активність мутантів *Sinorhizobium meliloti* і люцерни в асоціації з ціанобактеріями / Н. А. Воробей, В. П. Заболотна, І. М. Бутницький, Т. В. Горун // Дослідження флори і фауни Західного Поділля : матер. регіон. наук.-практ. конф. присвяченої 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ імені Володимира Гнатюка (с. Гутисько Бережанського району Тернопільської області, 6-7 трав. 2008 р.). — Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2008. — С. 8—9.

2009

117. Бутницький І. М. Пам'яті Кузьми Миколайовича Векірчика / І. М. Бутницький, О. Б. Конончук, С. В. Пида // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. — 2009. — № 4 (41). — С. 176—178.
118. Становлення і розвиток наукових досліджень з фізіології рослин в Тернопільському національному педагогічному університеті ім. Володимира Гнатюка / І. М. Бутницький, К. М. Векірчик, С. В. Пида, О. Б. Конончук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. — 2009. — № 1-2 (39). — С. 210—218.
119. Бутницький І. М. Дослідження ефективності азотфіксувального симбіозу декількох штамів *Sinorhizobium meliloti* з люцерною посівною в умовах Західного Поділля / І. М. Бутницький, Н. А. Воробей, В. П. Заболотна // Матеріали XII з'їзду тов. мікробіол. України ім. С. М. Виноградського: тези доп. (Ужгород, 25-30 трав., 2009 р.). — Ужгород : Патент, 2009. — С. 290.
120. Воробей Н. А. Фіксація атмосферного азоту люцерною у симбіозі із бульбочковими бактеріями отриманими різними методами / Н. А. Воробей, І. М. Бутницький, В. П. Заболотна // Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку : у 2 т. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. — К. : Логос, 2009. — Т. 1. — С. 480—485.

2010

121. Бутницький І. М. Випробування азотфіксувальної активності селекціонованих штамів *Sinorhizobium meliloti* в симбіозі з люцерно сорту Зірниця / І. М. Бутницький, С. Я. Коць, Л. І. Веселовська // Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка (1940-2010): матеріали регіон. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 20-21 трав. 2010 р.). — Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. — С. 15—17.
122. Бутницький І. М. Вплив інокуляції на формування корневих азотфіксувальних комплексів та урожай трави люцерни посівної / І. М. Бутницький, С. Я. Коць, Н. А. Воробей, В. П. Заболотна]
- 144 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2016, № 3-4 (67)

- // Нетрадиционное растениеводство. Этиология. Экология и здоровье: матер. XIX Междунар. симп. (Алушта, 14-15 сент. 2010 г.). — Симферополь — Алушта, 2010. — С. 52—53.
123. Вплив гетерологічного лектину на азотфіксувальну активність люцерни, інокульованої *Sinorhizobium meliloti* / [Н. Григірчик, Н. Дола, Л. Веселовська та ін.] // Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації : матер. VI Всеукр. наук. конф. (Тернопіль, 15 груд. 2010 р.) : у 2 ч. — Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2010. — Ч. II: Фізичне виховання, фізика, інформатика, математика, техніка, біологія, хімія. — С. 73—74.
124. Патент на корисну модель № 55432 А Україна, С 05 F 11/00 С 12 N 1/20 Штам бактерій *Sinorhizobium meliloti* T17 для одержання мінерального добрива під люцерну. С. Я. Коць, Н. А. Воробей, С. М. Маліченко, І. М. Бутницький (Україна). Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
- 2011**
125. Бутницький І. М. Випробування гетеролітичних лектинів та нових штамів *Sinorhizobium meliloti* в азотфіксувальному симбіозі з люцерною посівною / [І. М. Бутницький, С. Я. Коць, Л. І. Веселовська та ін.] // Матеріали XIII-й з'їзду Укр. ботан. т-ва (Львів, 19-23 вер. 2011 р.). — Львів, 2011. — С. 414.
126. I. M. Butnytsky The influence of heterologous lectins on alfalfa — *Sinorhizobium meliloti* symbiosis / I. M. Butnytsky, L. M. Mykhalkiv, P. M. Mamenko, S. Ya. Kots // Proceedings of the v international young scientists conference «Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution.», dedicated to 160 anniversary from the birth of professor Frants Kamenskiy. — June 13-17, 2011. — S. 168—169.
- 2012**
127. Активізація боборизобіального симбіозу люцерни посівної засобом інокуляції та застосування гетерологічних лектинів / [І. М. Бутницький, Л. М. Михалків, С. Я. Коць та ін.] // IV відкр. з'їзд фітобіол. Причорномор'я, присвяч. ювілею проф. М. Ф. Бойка: тез доп. (Херсон, 19 січ. 2012 р.). — Херсон : Айлант, 2012. — С. 33.
128. Бутницький І. М. Вплив лектинів та інокуляції на деякі морфо фізіологічні показники люцерни / Бутницький Іван, Шахрай Тетяна, Заболотна В.П. // Розв. країн в умовах глобал.: технол., економ., соціал. та екол. проблеми: матер. Міжнар. наук.-практ. Інтернет—конф. (Україна, м. Тернопіль, 15-16 берез. 2012 р.). — Тернопіль : Крок, 2012. — Ч. 1. — С. 98—99.
129. Ефективність застосування гетерологічних лектинів при інокуляції люцерни селекціонованими штамми *Sinorhizobium meliloti* / [І. М. Бутницький, Л. М. Михалків, С. Я. Коць та ін.] // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: III міжнар. наук.-практ. конф., присв. 25-річчю біол. ф-ту: збірка матеріалів конф. (м. Запоріжжя, 11-13 трав. 2012 р.). — Запоріжжя, 2012. — С. 13.

С. В. Пыда, Н. Н. Барна, Л. С. Барна

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

БУТНИЦКИЙ ИВАН НИКОЛАЕВИЧ — ИЗВЕСТНЫЙ УЧЕНЫЙ В ОБЛАСТИ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ПЕДАГОГИКИ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Статья посвящена характеристике научной, педагогической и общественной деятельности ученого-биолога, физиолога растений, кандидата биологических наук, доцента и заведующего кафедрой ботаники (1988—2002), ректора Тернопольского государственного педагогического института (1982—1984) Бутницкого Ивана Николаевича. Ученый прошел научный путь от ассистента до заведующего кафедрой ботаники, проректора по учебной работе (1979—2002), ректора Тернопольского государственного педагогического института (2002—2004). Направлением его научных исследований является изучение особенностей сексуализации тканей женской и мужской форм двудомных растений; исследования активности некоторых окислительных ферментов у мужских и женских особей двудомных растений, влияние фотопериодизма на рост надземных и подземных органов у некоторых двудомных растений, влияние инокуляции на формирование корневых азотфиксирующих клубеньков и повышение урожая люцерны посевной в условиях Западного Подолья; исследования активизации бобоворизобіального симбіоза люцерны посевной применением гетерологічних лектинів и др.

И. Н. Бутницкий активно разрабатывал методические аспекты улучшения преподавания курса «Физиология растений», особенно повышения активности самостоятельной деятельности студентов в процессе подготовки к лабораторным занятиям и учебной практике по названному курсу.

Активная общественная и научная деятельность И. Н. Бутницкого была достойно оценена государством: он награжден медалью «Ветеран праці» (1987 р.), значком «Відмінник народної освіти УРСР» (1982 р.) и двумя Грамотами МП УССР (1958 и 1990 гг.). Избирался

депутатом Тернопольского городского Совета народных депутатов. В течении нескольких лет возглавлял Тернопольское отделение Украинского общества физиологов растений.

Автор свыше 130 научных и научно-методических работ, в том числе двух патентов Украины.

В заключении авторы статьи отмечают: «До тех пор, пока в науке есть такие Люди, как Иван Николаевич Бутницький, украинская наука будет жить в веках!»

S. V. Pyda, N. N. Barna, L. S. Barna

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

BUTNITSKII IVAN NIKOLAIEVICH, AN OUTSTANDING SCIENTIST IN THE FIELDS OF PHYSIOLOGY AND HIGHER EDUCATION PEDAGOGY

The article provides an overview of scientific, educational and social activity of Ivan Butnitskii, a plant physiologist and biologist, Candidate of Biological Sciences (PhD), an associate professor and head of the Department of Botany (1988—2002), and a rector of Ternopil State Pedagogical University (1982—1984). At the beginning of his academic career he worked as an assistant and advanced to hold the position of a chair at the Department of Botany, the vice-rector for research (1979—2002) and eventually a rector of Ternopil State Pedagogical University (1982—1984). His academic research focuses on the following issues: the study of peculiarities of sexualization of tissues of females and males of dioecious plants, the research into oxidative enzymes in male and female individuals of dioecious plants, the influence of photoperiodism on the growth of shoot and root system organs of some dioecious plants, the influence of inoculation on the development of root nitrogen-fixing nodules and increase of crop yields of *Medicago sativa* (alfalfa) in Western Podolie, the research into effective bean-rhizobia symbiosis in alfalfa nodules by heterologous expression of lectin and others.

Moreover, I.N. Butnitskii elaborated on the syllabus design of the course “Physiology of Plants”, emphasizing effective students’ self-work during laboratory sessions and academic training. He has authored over over 130 research and methodological works.

М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, О. І. КИРИЧЕНКО, С. А. ЛОСЬ

**ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ЦИТОЛОГ І ЕМБРІОЛОГ
ДЕРЕВНИХ РОСЛИН
(до 90-річчя з нагоди дня народження)**



**СТАРШИЙ НАУКОВИЙ СПІВРОБІТНИК
ЗІНАЇДА ПАВЛІВНА КОЦ**

26 жовтня 2016 року виповнилося 90 років від дня народження відомого українського вченого в галузі цитології, ембріології, селекції деревних рослин Зінаїди Павлівни Коц.

Зінаїда Павлівна Коц народилася 26 жовтня 1926 року в селі Безлюдівка Харківського району Харківської області. Батько закінчив Харківський технологічний інститут, працював інженером, мати працювала бухгалтером. У 1934 р. поступила в перший клас і в 1941 р. закінчила 7 класів. Під час Другої світової війни у 1941 р разом з родиною була евакуйована до м. Аланайвськ, Свердловської області. 10 класів закінчила у 1944 р. в м. Харкові після повернення з евакуації.

У 1944 р. поступила на агрономічний факультет Харківського сільськогосподарського інституту (нині Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва), який закінчила в 1948 р., одержавши диплом з відзнакою за спеціальністю «селекція і насінництво».

З 1948 по 1951 рр. навчалась в аспірантурі на кафедрі селекції і насінництва Харківського сільськогосподарського інституту. Науковим керівником кандидатської дисертації був відомий вчений у галузі селекції рослин академік АН УРСР В. Я. Юр'єв. У 1952 р. захистила дисертацію на тему: «Избирательная способность оплодотворения пшеницы» на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук.

З вересня 1951 р. працювала старшим викладачем кафедри генетики і дарвінізму Одеського державного університету імені І. І. Мечникова (нині Одеський національний університету імені І. І. Мечникова). За час роботи в університеті читала лекції з теоретичних курсів: цитологія, генетика, біологія розвитку рослин, проводила лабораторно-практичні заняття, керувала курсовими і дипломними роботами, навчальною практикою студентів. Водночас вона плідно займалася науково-дослідною роботою на кафедрі. Її наукові інтереси були пов'язані з вивченням цитоембріології хлібних злаків, особливо процесу подвійного запліднення у рослин.

З 1961 року Зінаїда Павлівна за конкурсом переходить на роботу в Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДІЛГА, м. Харків – нині Український орден «Знак Пошани» науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького Державного Комітету лісового господарства України та Національної Академії Наук України) на посаду старшого наукового співробітника відділу селекції та інтродукції. Тут сповна виявилися її наукові та організаторські здібності старшого наукового співробітника. Особливо її ентузіазм проявився у процесі організації науково-дослідної лабораторії цитоембріології. Доцільно зауважити, що після постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР «Про подальший розвиток біологічної науки в Радянському Союзі» в багатьох вищих навчальних закладах, де раніше не існувало кафедр генетики, цитології, були відкриті такі кафедри, а в галузевих науково-дослідних інститутах, у т. ч. і в УкрНДІЛГА виникла необхідність створення лабораторій цитоембріології для вирішення багатьох теоретичних і науково-практичних проблем, пов'язаних із генетико-селекційною та гібридизаційною роботою з рослинними організмами. Зазначимо, що у процесі створення лабораторії Зінаїді Павлівні необхідно було все організувати, адже подібної лабораторії не лише в УкрНДІЛГА, але і в багатьох науково-дослідних інститутах на той час не було. Перед усім необхідно було придбати мікроскопічну техніку: мікроскопи МБИ 3, МБИ 6, мікрофотонасадки МФН-2, мікротомми, термостати, сушильні шафи, насос Комовського, рисувальні апарати РА-4, фотоапарати, а також закупити необхідний скляний посуд та хімічні реактиви тощо. Створивши лабораторію цитоембріології, необхідно було вирішувати кадрові питання, а відтак спланувати розв'язання наукових проблем, якими займатимуться наукові співробітники лабораторії цитоембріології: з'ясування бар'єрів несумісності за віддаленої гібридизації, підбір батьківських пакар для міжвидових схрещувань, дослідження ембріології видів родини Вербові (*Salicaceae* Mirb.) у зв'язку з їх систематикою та багато інших теоретичних і практичних завдань. З огляду на сказане, Зінаїда Павлівна показала себе як кваліфікований спеціаліст в галузі цитоембріології рослин. Такі успіхи були належно оцінені керівництвом інституту в особі її директора, кандидата сільськогосподарських наук С. І. Федоренка і особливо заступника директора інституту з науки, доктора сільськогосподарських наук, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, професора С. С. Пятницького, що спонукало керівництво інституту відкрити у 1963 році аспірантуру з цитоембріології. З 1964 по 1967 рік в аспірантурі лабораторії цитоембріології навчався М. М. Барна, який під керівництвом З. П. Коц виконав і успішно захистив в Інституті ботаніки АН УРСР (нині Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України) дисертацію на тему: «Цитоембріологічне дослідження деяких видів роду *Populus* L. у зв'язку з гібридизацією» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 094 – ботаніка. Відтак в Інституті ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України захистив дисертацію на тему: «Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербові (*Salicaceae* Mirb.)» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка, став професором, а в 2006 році йому присвоєне почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».

Под керівництвом Зінаїди Павлівни та безпосередньою її участю розробляються питання цитології та цитоембріології, які мають важливе теоретичне значення та практичну спрямованість в селекції деревних порід. З. П. Коц детально вивчила цитоембріологічну характеристику багатьох видів роду Тополя (*Populus* L.), встановила видові відмінності досліджених видів тополь, розкрила причини несхрещуваності між окремими видами, провела детальний опис особливостей формування пилку та його цитохімічну характеристику, на

основі цитоембріологічних даних обґрунтувала філогенетичні зв'язки між окремими систематичними групами тополь; плідно розробляє питання запліднення та насінноношення сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у зв'язку з елітним насінництвом.

Одержані в лабораторії цитоембріології наукові дані щодо кариології різних популяцій сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) лягли в основу кандидатської дисертації О. І. Кириченко на тему: «Изменчивость морфологических и кариологических признаков некоторых популяций сосны обыкновенной на Украине», яку вона під керівництвом З. П. Коц успішно виконала і захистила в 1983 р.

Протягом усього періоду роботи в Українському науково-дослідному інститут лісового господарства та агролісомеліорації З. П. Коц брала активну участь в суспільно-корисній діяльності. Неодноразово обиралася членом вченої ради інституту, членом профспілкового комітету, була активним членом Українського ботанічного товариства, брала участь в організації та проведенні науково-практичних конференцій, нарад, семінарів, за що нагороджувалася преміями, похвальними грамотами та подяками.

В УкрНДЛГА Зінаїда Павлівна Крц працювала до виходу на пенсію в 1985 році, але і перебуваючи на заслуженому відпочинку, постійно підтримує зв'язки із співробітниками лабораторії, відділу та інституту.

Ось така вона, Зінаїда Павлівна — селекціонер за освітою, цитоембріолог за науковим покликанням і діяльністю, принципова, доброзичлива і порядна Людина. Такою її знають друзі, колеги, такою вона залишиться в пам'яті своїх учнів.

І на завершення хочемо зазначити: допоки в науці є такі вчені як Зінаїда Павлівна Коц і допоки зберігатимемо в своїй пам'яті пошану і любов до своїх Учителів, — українська наука житиме у віках.

ОСНОВНІ НАУКОВІ ПРАЦІ З. П. КОЦ

1. Избирательная способность оплодотворения пшеницы: дис. ...канд. с-х наук. / Коц Зинаида Павловна. — Харьков, 1952. — 120 с.
2. Коц З. П. Питання біології цвітіння та запилювання кенафу / З. П. Коц // Праці Одеського державного університету ім. І. І. Мечникова. — 1957. — Т. 147. — В. 8. — С. 86—92.
3. Нассали К. Н. Инцухт кукурузы при обработке рылец растворами солей / К. Н. Нассали, З. П. Коц // Нучн. ежегодник Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова. — 1957. — С. 124—132.
4. Коц З. П. Самоопыление кукурузы при участии чужеродной пыльцы / З. П. Коц // Нучн. ежегод. Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова. — 1960. — В. 2. — С. 104—112.
5. Коц З. П. Избирательное оплодотворение у яровой пшеницы / З. П. Коц // Вопросы селекции и семеноводства. Труды Харьковского сельскохозяйственного института им. В. В. Докучаева. — Харьков, 1960. — Т. XXIX. — С. 86—94.
6. Коц З. П. Развитие и строение зародышевого мешка тополя белого / З. П. Коц // Селекция, интродукция и семеноводство древесных лесных пород. — Киев: Урожай, 1964. — С. 60—63.
7. Коц З. П. Цитоембриологические исследования тополей как теоретическая основа их селекции / З. П. Коц // Рефераты научно-исследовательских работ УкрНИИЛХА. ЦНИИИТТЭЙ. — М., 1966. — С. 29—35.
8. Литевич Г. Д. Цитоембриологические исследования тополей, как теоретическая основа их селекции / Г. Д. Литевич, З. П. Коц // Рефераты научно-исследовательских работ УкрНИИЛХА. ЦНИИИТТЭЙ. — М., 1966. — С. 27-29.
9. Коц З. П. Эмбриологические исследования тополя белого в связи с гибридизацией. / З. П. Коц // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев, 1967. — Вып. 9. — С. 111—115.
10. Коц З. П. Цитоембриологические данные о скрещиваемости разных видов тополей / З. П. Коц // Труды Всесоюз. совещ. по отдаленной гибридизации растений и животных. — М., 1968. — С. 337—342.
11. Коц З. П. Цитоембриологическое изучение тополей / З. П. Коц // Лесная генетика, селекция и семеноводство. — Петрозаводск: Карелия, 1970. — Вып. 42. — С. 33—38.
12. Коц З. П. Цитоембриологические данные о причинах нескрещиваемости тополя крупнолистного / З. П. Коц // Лесоводство и агролесомелиорация. — В. 23. — Киев, 1970. — С. 96—108.

13. Коц З. П. Цитоэмбриологические особенности развития женских цветков тополя / З. П. Коц // Труды респ. науч.-тех. конф. «Повышение эффективности научных исследований и внедрение достижений науки в лесохозяйственное производство и полезащитное лесоразведение. — Харьков, 1971. — С. 168—169.
14. Коц З. П. Цитохимические исследования пыльцы тополя / З. П. Коц // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев, 1971. — Вып. 26. — С. 53—61.
15. Коц З. П. Особенности самоопыления сосны обыкновенной / З. П. Коц // Генетика и селекция на Украине. — Ч. I. — Киев, 1971. — С. 75—79.
16. Коц З. П. Розвиток жіночої квіткої тополю сизої (*Populus pruinosa* Schrenk. subg. *Turanga* Vge.) / З. П. Коц // Укр. ботан. журн. — 1972. — Т. 29, № 2. — С. 228—232.
17. Коц З. П. Розвиток насінневих зачатків та жіночого археспорія в роді *Populus* L. / З. П. Коц // Укр. ботан. журн.. — 1972. — Т. 29, №1. — С. 19—24.
18. Коц З. П. Особенности опыления сосны в связи с клоновым семеноводством / З. П. Коц // Второй съезд Всесоюзного общества генетиков и селекционеров имени Н. И. Вавилова: Тезисы. работ. — М.: Наука, 1972. — С.108.
19. Коц З. П. Порушення при формуванні пилюк тополі / З. П. Коц, О. І. Кириченко // Тези доп. V з'їзду Укр. ботан. т-ва. — Ужгород, 1972. — С. 209—210.
20. Коц З. П. Ембриологическая характеристика сосны обыкновенной при разных вариантах опыления // Состояние и перспективы развития лесной селекции, семеноводства и интродукции. Методы селекции древесных пород. Тезисы. докл. — Рига, 1974. — С. 250—254.
21. Коц З. П. Индивидуальная изменчивость деревьев сосны обыкновенной по срокам формирования пыльцы / З. П. Коц // Лесоводство и агролесомелиорация. — 1974. — Вып. 38. — С. 92—98.
22. Коц З. П. Сроки развития женской шишки сосны обыкновенной на Украине / З. П. Коц // Лесоводство и агролесомелиорация. — 1975. — Вып. 42. — С. 115—121.
23. Коц З. П. Особенности процессов опыления – оплодотворения сосны обыкновенной в связи с элитным семеноводством / З. П. Коц // III съезд генетиков и селекционеров Украины: Тезисы. докл. — К.: Наук. думка, 1976. — С. 63.
24. Коц З. П. Завязываемость семян сосны обыкновенной при разных вариантах опыления / З. П. Коц // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1977. — № 48. — С. 36—41.
25. Коц З. П. Особенности семеношения клоновых плантаций сосны / З. П. Коц // Интесификация лесохозяйственного производства на базе внедрения достижений науки и передового опыта: Тезисы. докл. и сообщ. — Харьков, 1978. — С. 81.
26. Старова Н. В. Получение растений в культуре изолированных зародышей и апикальных отрезков некоторых хвойных / Н. В. Старова, З. П. Коц, Е. А. Ерёмченко // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов: Тезисы. докл. и сообщ. — Ленинград, 1980. — С. 316.
27. Коц З. П. Кариологическая характеристика межвидовых гибридов ив / З. П. Коц // Всесоюзное совещание по отдалённой гибридизации растений и животных: Тезисы. докл. — М.: ГБС АН СССР, 1981. — С. 449.
28. Кириченко О. И. Изменчивость кариотипов сосны обыкновенной украинских популяций / О. И. Кириченко, З. П. Коц // IV съезд генетиков и селекционеров Украины: Тезисы. докл. — Киев: Наук. думка, 1981. — С.158.
29. Коц З. П. Цитоэмбриологические данные о причинах опадания шишек сосны обыкновенной / З. П. Коц // Всесоюзное совещание по лесной генетике, селекции и семеноводству: Тезисы. докл. — Петрозаводск, 1983. — С.119.
30. Коц З. П. Микроспорогенез, развитие пыльцы и ее качество в географических культурах сосны обыкновенной / З. П. Коц // Половое размножение хвойных растений: Тезисы. докл. II Всесоюз. симпоз. — Новосибирск, 1985. — С. 15—17.
31. Коц З. П. Связь между плоидностью клеток и гетерозисом у гибридов ив / З. П. Коц // Гетерозис (теория и практика): Тезисы докл. — Харьков, 1988. — С. 63—64.

НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ ПРО З. П. КОЦ

Старова Н. В. Селекция ивовых. — М.: Лесн. прм-сть, 1980. — 208 с.

С. 5:

Работа написана по материалам двадцатилетних исследований, проведенных автором с 1956 по 1978 г. с группой сотрудников Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации (УкрНИИЛХА), принимавших участие в разные годы (Н. Н. Пчелина, С. В. Эфрос, Б. Т. Ткаченко, Д. П. Торопорогрицкий, И. А. Гаврилова,

Л. В. Черняк, З. П. Коц, Н. Н. Барна, И. Д. Василенко, Е. А. Еременко, Т. Ф. Пищемуха, Ю. Ф. Руденко, В. Н. Руденко), и работниками производства (Н. С. Крупей, И. К. Есипов, Н. И. Поддубный, Н. И. Кравченко, А. И. Волков, Б. Л. Мищенко, А. Г. Таран).

С. 21.

Нами проведены биометрические исследования морфологи элементов цветков, пыльцы, почек, листьев; описаны побеги, почки, стволы, кроны многих видов тополей, туранг, ив, чозении. Кроме того, сотрудниками УкрНИИЛХА З. П. Коц и Н. Н. Барна выполнены цитоэмбриологические исследования. Для изучения были взяты большинство видов тополей и туранг, промзрастающих в СССР.

Барна М. М. Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербових (*Salicaceae* Mirb.): дис. ...доктора біол. наук: 03.00.05 / Микола Миколайович Барна. — Тернопіль, 2001. — 368 с.:іл.

С. 288. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

С. 303:

230. Коц З.П. Развитие и строение зародышевого мешка тополя белого // Селекция, интродукция и семеноводство древесных лесных пород. — Киев: Урожай, 1964. — С. 60—63.

231. Коц З.П. Эмбриологические исследования тополя белого в связи с гибридизацией // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1967. — Вып. 9. — С. 111—115.

232. Коц З.П. Цитоэмбриологические данные о скрещиваемости разных видов тополей // Труды Всесоюз. совещ. по отдаленной гибридизации растений и животных. — М., 1968. — С. 337.

233. Коц З.П. Цитоэмбриологическое изучение тополей // Лесная генетика, селекция и семеноводство. — Петрозаводск: Карелия, 1970. — С. 33—38.

234. Коц З.П. Цитоэмбриологические данные о причинах нескрещиваемости тополя крупнолистного (*Populus candicans* Ait.) // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1970. — Вып. 23. — С. 95—108.

235. Коц З.П. Цитоэмбриологические особенности развития женских цветков тополя // Труды респ. науч.-техн. конф. «Повышение эффективности научных исследований и внедрение достижений науки в лесохозяйственное производство и полезационное лесоразведение». — Харьков, 1971. — С. 168—169.

236. Коц З.П. Цитохимические исследования пыльцы тополя // Лесоводство и агролесомелиорация. — Киев: Урожай, 1971. — Вып. 26. — С. 53—61.

237. Коц З.П. Розвиток насінневих зачатків та жіночого археспорія в роді *Populus* L. // Укр. ботан. журн. — 1972. — Т. 29, № 1. — С. 19—24.

238. Коц З.П. Розвиток жіночої квітки тополі сизої (*Populus pruinosa* Schrenk. subg. *Turanga* Vge.) // Укр. ботан. журн. — 1972. — Т. 29, № 2. — С. 228—232.

239. Коц З.П., Кириченко О.І. Порушення при формуванні пилку тополі // Тези доп. V з'їзду Укр. ботан. т-ва. — Ужгород, 1972. — 209 — 210.

Микола Барна. Curriculum vitae / Уклад.: Л. С. Барна, Н. В. Герц. Автор передмови академік НАН України К. М. Ситник. — Тернопіль: Вид-во «Підручники і посібники», 2008. — 288 с.:іл.

С. 36. 2.4. Аспірантура:

С. 40. ...Моїм науковим керівником призначили кандидата сільськогосподарських наук, старшого наукового співробітника Зінаїду Павлівну Коц, яка пройшла велику наукову школу на кафедрі генетики і дарвінізму Одеського державного університету імені І. І. Мечникова. Зінаїда Павлівна, в якій я був першим аспірантом — знаючий цитоэмбриолог, яка займалася дослідженням видів роду *Populus* у зв'язку з міжвидовою гібридизацією. Це — принциповий, вимогливий до себе та співробітників лабораторії науковий керівник, що сприяло належній трудовій дисципліні в лабораторії, чіткості в організації наукових досліджень, своєчасній звітності про проведену роботу тощо. ...

Я глибоко вдячний Зінаїді Павлівні за принципову вимогливість і справедливість, які вона виявляла до мене протягом трьох років навчання в аспірантурі. Це я відчував завжди: коли

здавав річний звіт про проведену роботу, коли вона читала чорнові варіанти матеріалів, що готовилися до друку (статті, матеріали,

тези доповідей, повідомлення), перший варіант мосі дисертації. Її мудрі та цінні зауваження я намагався враховувати завжди.

4. УкрНДЛГА /; за ред. В. П. Ткача, В. Л. Мешкової. — Харків, 2005. — 216 с.

С. 58.

Кандидати наук, старші наукові співробітники відділу селекції та інтродукції УкрНДЛГА, зліва направо: З. П. Коц, Н. І. Давидова, С. М. Прилуцька (70-ті роки XIX ст.)*



* прим. авторів статті

С. 62. Мікроскопічні методи в різні роки використовували С. С. Пятницький, Г. Д. Літевич, Н. В. Старова, Ц. М. Хашес (лабораторія фізіології), І. М. Патлай, А. І. Протасов, Т. Л. Кузнєцова (анатомічні дослідження сосни, дуба, ясена, тополі); З. П. Коц, М. М. Барна, П. П. Бадалов, Л. О. Дешко (ембріологічні дослідження сосни звичайної, верб, тополі, горіха); З. П. Коц, О. І. Кириченко, О. І. Свердлова, Л. О. Дешко (цитологічні дослідження сосон, дубів, тополь і верб); О. І. Кириченко (кардіологічні дослідження сосон).

Барна М. М. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX – початок XXI ст.): монографія / М. М. Барна, Л. С. Барна. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2015. — 240 с.: іл.

С. 115. 5.4. Стан ембріологічних досліджень в Україні на початку XXI століття

Як зазначалося в параграфі 5.3, дослідження з ембріології рослин дуже активно проводилися на кафедрі генетики Одеського національного університету імені І. І. Мечнікова, під керівництвом доктора біологічних наук, професора Т. П. Бланковської, і в Одеському селекційно-генетичному інституті, де успішно працював доктор біологічних наук, старший науковий співробітник В. К. Симоненко, який створив лабораторію електронної мікроскопії, в якій на субклітинному рівні досліджувалася чоловіча цитоплазматична стерильність та в Українському науково-дослідному інституті лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького (м. Харків), в якому функціонувала лабораторія цитоембріології, очолювана кандидатом сільськогосподарських наук, старшим науковим співробітником З. П. Коц, яка зробила значний внесок у дослідження ембріології видів роду *Populus* L. у зв'язку з гібридизацією і про інші установи та навчальні заклади, в яких ембріологічні дослідження за певних об'єктивних та суб'єктивних причин нині не проводяться.

Водночас необхідно зазначити, що ембріологічні дослідження в Україні нині ще повністю не призупинилися і вони в значно менших обсягах, але все-таки проводяться в Нікітському ботанічному саду — НДЦ УААН і на кафедрах ботаніки Ужгородського національного університету та Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. ...

С. 116.

На кафедрі ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка ембріологічні дослідження у 1971 р. започаткував кандидат біологічних наук, доцент, а відтак професор М. М. Барна, кандидатська та докторська дисертації якого виконані з ембріології рослин і котрий завідував кафедрою ботаніки з 2002 р. по 2015 р. Ембріологи рослин Н. В. Мшанецька, М. І. Шанайда, Н. В. Герц, О. Б. Мацюк підготовлені на кафедрі ботаніки під керівництвом професора М. М. Барни, нині працюють на кафедрі ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (викладачі Н. В. Герц, О. Б. Мацюк), на кафедрі фармакогнозії та медичної ботаніки Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського (доцент М. І. Шанайда) та у Великій Британії (доцент Н. В. Мшанецька). Ембріологічні дослідження, що проводяться на кафедрі ботаніки присвячені різним аспектам репродуктивної біології деревних полікарпічних видів родин *Salicaceae* Mirb., *Aceraceae* Juss., *Juglandaceae* Lindl. та ін.

Барна Н. Н., Барна Л. С., Кириченко О. И., Лось С. А. Известный украинский цитолог и эмбриолог древесных растений (к 90-летию со дня рождения З. П. Коц) / Научные записки Тернопольского национального педагогического университета имени Владимира Гнатюка. Серия: Биология. — 2016. — № 3-4 (67). — С. 147—154.

26 октября 2016 года исполняется 90 лет со дня рождения известного украинского ученого в области цитологии, эмбриологии, селекции древесных растений Зинаиды Павловны Коц.

Зинаида Павловна Коц родилась 26 октября 1926 года в селе Безлюдовка Харьковского района Харьковской области. У 1934 году. поступила в первый класс и в 1941 году закончила 7 классов. Во время Второй мировой войны у 1941 году вместе с родителями была эвакуирована в г. Аланьивск, Свердловской области. 10 классов окончила в 1944 году. в г. Харькове после возвращения с эвакуации.

У 1944 году поступила на агрономический факультет Харьковского сельскохозяйственного института (сегодня Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева), который окончила в 1948 году, получив диплом с отличием о специальности «селекция і семеноводство».

С 1948 по 1951 гг. обучалась в аспирантуре на кафедре селекции и семеноводства Харьковского сельскохозяйственного института. Научным руководителем кандидатской диссертации был известный ученый в области селекции растений академик АН УССР В. Я. Юрьев. В 1952 г. защитила диссертацию на тему: «Избирательная способность оплодотворения пшеницы» на соискание научной степени кандидата сельскохозяйственных наук.

С сентября 1951 г. работала старшим преподавателем кафедры генетики и дарвинизма Одесского государственного университета имени И. И. Мечникова (сегодня Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова).

В 1961 году Зинаида Павловна по конкурсу переходит на работу в Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации (УкрНДИЛГА, г. Харьков – сегодня Украинский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Г. Н. Висоцкого Государственного Комитета лесного хозяйства Украины и Национальной Академии Наук Украины) на должность старшего научного сотрудника Отдела селекции и интродукции. На этой должности проявились её способности руководителя и организатора в процессе организации научно-исследовательской лаборатории цитозембриологии. С 1964 по 1967 год в аспирантуре лаборатории цитозембриологии обучался Н. Н. Барна, который под руководством З. П. Коц выполнил и успешно защитил в Институте ботаники АН УССР (сегодня Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины) диссертацию на тему: «Цитозембриологические исследования некоторых видов рода *Populus* L. в связи с гибридизацией» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 094–ботаника. Затем в Институте ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины защитил диссертацию на тему: «Репродуктивная биология видов и гибридов семейства Ивовые (*Salicaceae* Mirb.)» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.05 – ботаника, стал профессором, а в 2006 году ему присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки и техники Украины».

Полученные в лаборатории цитозембриологии научные данные относительно кариологии разных популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) были положены в основу кандидатской диссертации О. И. Кириченко на тему: «Изменчивость морфологических и кариологических признаков некоторых популяций сосны обыкновенной на Украине», которую она под руководством З. П. Коц успешно выполнила и защитила в 1983 году..

В УкрНИИЛХА Зинаида Павловна Коц проработала до выхода на пенсию в 1985 году, но пребывая на заслуженном отдыхе, постоянно поддерживает связи из сотрудниками лаборатории, отдела и института.

Вот такая она, Зинаида Павловна — селекционер по образованию, цитозембриолог по научной деятельности, принципиальная, добрая и порядочная по человеческим качествам. Такой её знают друзья, коллеги, такой она останется в памяти своих учеников.

І на завершение хочем отметить: покамисть в науцке есть такие ученые как Зинаида Павловна Коц и покамисть сохранием в своей памяти уважение и любовь к своим Учителям, – украинская наука бкдет жить в веках.

Barna N.N., Barna L.S., Kyrychenko O.I., Los S.A. A renowned Ukrainian cytologist and woody plant embryologist (on the 90th birthday of Z.P. Kots) / Scientific papers of Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University. Biology . — 2016. —№ 3-4 (67). — С. 147—154.

October 26th, 2016 marks the 90th birth anniversary of a distinguished Ukrainian scientist in the field of cytology, embryology, and woody plant selection, Zinaida Pavlovna Kotz.

Zinaida Pavlovna Kotz was born on October 26th, 1926 in the village of Bezliudovka, Kharkiv district of Kharkiv region. In 1934 she started her schooling and took 7 years to complete it. During World War II in 1941 her family were evacuated to Alanivsk, Sverdlovsk region. Upon her return to Kharkov, she continued her formal education and finished school in 1944.

In 1944 she entered the Agronomy Department of Kharkov Agricultural Institute (today Kharkov V. Dokuchaev National Agrarian University), graduated with honours in 1948 and got a degree with qualifications in plant selection and seed production.

From 1948 to 1951 she studied a postgraduate program at the department of plant selection and seed production of Kharkov Agricultural Institute. Her scientific supervisor was V. Ya. Yuriev, a well-known scientist in the field of plant breeding, an academician of Academy of Sciences of the USSR. In 1952 she defended her thesis entitled: “Selective fertilization in wheat” and received a Candidate degree of agricultural sciences.

Since September 1951 she worked as a senior lecturer at the Department of Genetics and Darwinism of Odessa Mechnikov State University (today Odessa Mechnikov National University).

In 1961 Zinaida Pavlovna was redeployed as a senior research assistant in the Department of selection and introduction at the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration (Kharkov, today G. M. Vysotskiy Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration under the State Committee of Forestry of Ukraine and NAS of Ukraine).

At the onset of her scientific career and research work at the laboratory of cyto-embryology she demonstrated the qualities of a natural born leader.

From 1964 to 1967 at the laboratory of cyto-embryology was doing his postgraduate study N.N. Barna, who supervised by Z.P. Kotz completed and defended a thesis under the title “Cytoembryological study of some species of the genus *Populus* L. due to hybridization” (Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, now M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine). He received a Degree of Candidate of Biological Sciences (094 - Botany).

Then, at M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine he defended his doctoral thesis entitled “Reproductive biology of species and hybrids of the Willow family (*Salicaceae* Mirb.) for the degree of Doctor of Biological Sciences in specialty 03.00.05 - botany, became a full professor, and in 2006 he was awarded the honorary title “Honored worker of science and technology of Ukraine”.

The results obtained in the course of the laboratory-based research on karyotypes of various Scots pine populations (*Pinus sylvestris* L.) laid the foundation for O.I.Kirichenko’s candidate’s thesis on “Variability of morphological and karyological features of some Scots pine populations on the territory of Ukraine”, which she successfully defended under the scientific supervision of Z. P. Kots in 1983.

Zinaida Pavlovna Kotz continued to work in G. M. Vysotskiy Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration until her retirement in 1985 but even now she keeps in touch with her former colleagues and members of the staff.

So, meet Zinaida Pavlovna, a plant selectionist by education, a cytoembryologist by academic interests, a demanding and kind-hearted person by human nature. All her friends and colleagues believe her to be like that, and so she will remain in the memory of her numerous disciples.

Last but not least we would like to underline that Ukrainian science rests on people like Zinaida Pavlovna Kots. To keep it vibrant, pupils must always remember their teachers and appreciate their work.

А. І. ГЕРЦ, Н. М. ДРОБИК

**ВОЛОДИМИР ОВСІЙОВИЧ ЯКОВЛЄВ – ТАЛАНОВИТИЙ
ВИКЛАДАЧ ТА ВЧЕНИЙ**

(до 80-річчя з нагоди дня народження)



5 червня 1936 р. в сім'ї колгоспників Овсія Корніловича і Мотрони Пантелеймонівни Яковлевих народився хлопчик, якого назвали Володею. Змалку він любив милуватися природою, безмежними просторами ланів і тихими м'якими плесами річок і озер. Згодом сім'я Яковлевих переїхала до м. Красногорівка Марійського р-ну Донецької обл., де Володя закінчив середню школу.

Працюючи на одній із шахт Донецької області, хлопець пройшов виробниче загартування. Робота у шахті була першою сходинкою тернистого шляху до здійснення заповітної мрії.

У 1955 р. юнак вступає до Львівського ветеринарного інституту, в якому протягом п'яти років наполегливо здобуває спеціальність ветеринара. Під час навчання його захопили незвідані царини науки, натхненно черпав наукові ідеї видатних вчених і викладачів – академіка С.З. Гжицького, проф. В. А. Сковронського та ін.

Після успішного закінчення інституту Володимир їде за розподілом на роботу у Чернівецьку область, де протягом двох років працює завідувачем Межирічинської ветдільниці Сторожинецького району. Саме тут у 1961 р. він зустрів свою майбутню дружину – Валентину, вродливу студентку Львівського торгово-економічного інституту, яка у м. Сторожинець проходила виробничу практику. Далі доля закидає Володимира у Молдавську республіку, де він працює до 1964 р. ветлікарем у Бульбокській райветлікарні.

Однак, привита йому любов до науки, все ж перемагає, і в 1964 р. юнак вступає до аспірантури Львівського ветеринарного інституту, де під керівництвом проф. Сковронського В.А. виконує і в 1967 р. успішно захищає кандидатську дисертацію на тему «Деякі біохімічні показники крові і електрокардіографічні зміни при експериментальному отруєнні тварин солями барію і лікуванні сульфатами». У цьому ж році йому присуджено науковий ступінь кандидата ветеринарних наук.

У 1967 р. сім'я Яковлевих переїжджає до м. Кременця, а Володимир Овсійович розпочинає свою роботу у Кременецькому державному педагогічному інституті, який згодом переводять до м. Тернополя. У 1974 р. Володимиру Овсійовичу присвоєно вчене звання доцента. Робота із студентами потребує педагогічних, психологічних та методичних знань, що

й спонукає Яковлева В.О. здобути ще одну вищу освіту: у 1984 р. він заочно закінчує природничий факультет Тернопільського державного педагогічного інституту (ТДПІ).

Не зупинятися на досягнутому – таке життєве кредо Володимира Овсійовича! Він постійно працював над удосконаленням викладання анатомії людини, анатомії нервової системи та ін. Крім викладацької роботи займався і науковою. Його наукова проблематика стосувалася вивчення динаміки морфо-функціональних змін при експериментальному отруєнні тварин солями барію та лікування сульфатами; вивчення впливу екстремальних факторів (гіпокінезія, переохолодження організму, перегрівання організму, зневоднення організму) на динаміку морфо-функціональних показників серцево-судинної системи експериментальних тварин.

Згодом зацікавили його й історичні аспекти науки. Володимир Овсійович впевнений – без знання минулого, його розуміння немає майбутнього. Тому й намагався дослідити науково-педагогічну спадщину видатних українських морфологів і залучав до вивчення цієї проблеми студентів. Майбутні педагоги повинні знати здобутки своїх талановитих співвітчизників та передавати їх своїм учням. З матеріалами наукових досліджень студенти під керівництвом Яковлева В.О. виконують курсові і дипломні роботи, виступають на наукових і методичних конференціях, використовують їх в навчально-виховному процесі в школі.

За результатами наукових досліджень Яковлевим В.О. опубліковано самостійно та у співавторстві: 10 посібників та більше 10 методичних рекомендацій для студентів вищих навчальних закладів; 5 методичних рекомендацій для вчителів і учнів середніх загальноосвітніх навчальних закладів; понад 50 статей у фахових виданнях; більше 100 тез доповідей на міжнародних і вітчизняних конференціях.

Упродовж професійної діяльності ювіляр постійно намагався робити якомога більше для людей, для свої колег. З 1983 до 1990 рр. виконував обов'язки голови профкому інституту, голови профбюро природничого факультету. У 1970-1972 рр. працював заступником декана природничого факультету. Протягом майже усієї педагогічної діяльності у вищому навчальному закладі виконував обов'язки куратора студентської групи.

І хоч нині Володимир Овсійович на заслуженому відпочинку, він продовжує підтримувати зв'язок із своїм рідним колективом; спільно із співробітниками кафедри працює над виданням нових посібників, перевиданням та удосконаленням існуючих.

Добрий сім'янин: разом з дружиною виховали двох дочок – Галину та Ірину, пишаються успіхами дітей та щиро радіють онукам.

Здоров'я Вам міцного та щастя земного, ювіляре! Довгих років життя та творчої наснаги! Низький Вам уклін за Вашу невтомну працю, за Вашу любов до людей і до своєї професії! Щире спасибі Вам, наш любий учителю, за добро, за досвід, за людяність та постійне бажання порадити і допомогти!

А. І. Герц, Н. М. Дробык

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВЛАДИМИР ЕВСЕВИЧ ЯКОВЛЕВ – ТАЛАНТЛИВЫЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ И УЧЕНЫЙ

Статья посвящена характеристике научной, педагогической и общественной деятельности доцента кафедры общей биологии и методики обучения естественных дисциплин – Яковлева Владимира Евсеевича. Ученый прошел путь от работника шахты в Донецкой области к преподавателю и ученому в Тернопольском национальном педагогическом университете имени Владимира Гнатюка. Направлениями его научных исследований являются: выяснение динамики морфо-функциональных изменений при экспериментальном отравлении животных солями бария и лечение сульфатами; изучение влияния экстремальных факторов на динамику морфо-функциональных показателей сердечно-сосудистой системы экспериментальных животных; изучение научно-педагогического наследия выдающихся украинских морфологов. В.А. Яковлев – автор и соавтор 10 пособий и более 10 методических рекомендации для студентов высших учебных заведений; методических рекомендаций для учителей и учащихся средних общеобразовательных учебных заведений; более 50 статей в специализированных изданиях; более 100 тезисов докладов на международных и всеукраинских конференциях.

A. I. Hertz, N. M. Drobyk

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

VOLODYMYR OVSIIIOVYCH YAKOVLIEV, A TALENTED EDUCATOR AND SCIENTIST

The article provides an overview of scientific, educational and social activity of Volodymyr Ovsiiiovych Yakovliev, an associate professor of Department of general biology and methods of teaching natural sciences. At the beginning of his career he worked as a miner in Donetsk region and advanced to hold the position of a lecturer and scientist in Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University. His scientific work focuses on the following issues: to elucidate the dynamics of morpho-functional changes in experimental animal poisoning by salts of barium and sulfate treatment; to study the influence of extreme factors on the dynamics of morpho-functional parameters of cardiovascular system of experimental animals, as well as to study the scientific and educational heritage of famous Ukrainian morphologists. V. O. Yakovliev has authored and co-authored over 10 textbooks and 10 methodological guidelines for university students; guidelines for teachers and students of secondary schools; over 50 articles in professional journals; over 100 abstracts at international and national conferences.

О. С. ВОЛОШИН

**СТАНІСЛАВ ІВАНОВИЧ ГАЛАНТЮК –
ТАЛАНОВИТИЙ ВИКЛАДАЧ І НАУКОВЕЦЬ**
(до 75-річчя з нагоди дня народження)



Станіслав Іванович Галантюк народився 6 червня 1941 року в с. Новоселівка Немирівського району Вінницької області. Маючи бажання отримати вищу освіту і природну допитливість та схильність до викладацької діяльності, обдарований юнак вступив до Кременецького педагогічного інституту. У 1968 р. завершив навчання, отримавши диплом з відзнакою (спеціальність «Вчитель біології і хімії»).

У 70-их роках ХХ ст. в Тернопільському державному педагогічному інституті було сформовано кафедру анатомії і фізіології людини і тварин, яку очолив професор Іван Васильович Шуст. Кафедра активно розвивалась і невдовзі до викладацького складу приєднався молодий асистент – Станіслав Іванович Галантюк. Колектив кафедри докладав багато старань до створення і обладнання навчальних кабінетів і лабораторій, зокрема, С.І. Галантюк разом з С.Й. Грушком наполегливо працювали над створенням віварію і обладнанням його приміщення.

Хоча вільного часу в молодого викладача було обмаль, одночасно з участю у налагодженні роботи кафедри Станіслав Іванович займається дослідною роботою і працює у новоствореній науковій лабораторії. Результатом творчого пошуку стала дисертаційна робота на тему «Ультраструктурні і гістохімічні зміни в печінці при дії постійного магнітного поля і протекторному застосуванні галаскорбіну» (спеціальність 03.00.11 – гістологія і ембріологія). Успішний захист кандидатської дисертації відбувся у 1983 році в 2-му Московському медичному інституті імені М.І. Пирогова, а вчене звання доцента Станіславу Івановичу присвоєно у 1986 році.

Основним напрямом наукових інтересів викладача стали магнітобіологія і гістохімія ферментів. Тематика наукової роботи включала вивчення впливу на організм фізичного навантаження під час росту, впливу постійного магнітного поля на морфологічні і фізіологічні характеристики організму, дослідження фізіологічної характеристики адаптаційних процесів в учнів початкової школи.

У 90-их роках науково-педагогічна діяльність Станіслава Івановича Галантюка супроводжується активним пошуком нових методів і підходів у викладацькій діяльності, залученням студентів до наукової роботи. Людина творчого типу, ґрунтовних фахових знань,

Станіслав Іванович у своїй викладацькій діяльності завжди прагнув розвинути в студентів вміння не лише відтворювати засвоєну інформацію, але й логічно мислити, комплексно аналізувати фізіологічні механізми діяльності організму.

У 1991 - 96 рр. С.І. Галантюк стає завідувачем кафедри анатомії та фізіології людини і тварин. За умов досить обмеженого фінансування та пов'язаних з цим проблем працівники кафедри і особисто Станіслав Іванович доклали багато зусиль для збереження здобутих напрацювань як у викладацькій так і в науковій роботі колективу. Для підтримання відповідного рівня викладання працівники кафедри власними силами створюють наочні матеріали, працюють над впровадженням нових навчально-методичних підходів. У цей час С.І. Галантюк став співкерівником кандидатської дисертації випускниці факультету О.С. Смрщок (нині канд. біол. наук, доцент кафедри О.С. Волошин), яка навчалась в аспірантурі і успішно захистила дисертацію у 1996 році.

Накопичений за багато років викладацької діяльності дослідницький та теоретично-практичний досвід Станіслав Іванович використав при написанні методичних розробок та посібників і, загалом, за період викладацької діяльності є автором 110-ти наукових та навчально-методичних праць, серед них – 4-ри посібники (2 з грифом Міністерства освіти України), 10-ти методичних розробок, більше 20-ти наукових статей у фахових виданнях, 4-х публікацій у міжнародних виданнях, численних тези конгресів і з'їздів.

За багаторічну невтомну і плідну працю Станіслав Іванович Галантюк нагороджений медаллю «Ветеран праці».

При особистому спілкуванні Станіслав Іванович завжди вражає тим, що є не лише фахівцем високого рівня, чудовим знавцем фізіології, але й людиною широкого кола інтересів, яка постійно цікавиться досягненнями в різних галузях науки і новинами культурно-мистецького та суспільного життя. Серед особистих захоплень Станіслава Івановича – музика і література.

Працівники кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, весь колектив хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка з приємністю згадують роки співпраці з Станіславом Івановичем, зичать йому міцного здоров'я, відмінного настрою, щастя й добра!

Підготовлено за матеріалами:

Кафедра загальної біології, історія становлення і розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://static.chem-bio.com.ua/our_files/our_book_istoria/kaf-zag-biol.pdf. – Назва з екрану. – Дата звернення: 16.02.2017.

Кафедра загальної біології та методики навчання природничих дисциплін: відділення загальної біології [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chem-bio.com.ua/kafedry/kafzagbiol/7-kafzagbio>. – Назва з екрану. – Дата звернення: 16.02.2017.

Е. С. Волошын

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

СТАНИСЛАВ ИВАНОВИЧ ГАЛАНТЮК – ТАЛАНТЛИВЫЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ И УЧЕНЫЙ

Отмечены основные вехи научной, преподавательской и организационной деятельности С.И. Галантюка – преподавателя, научного работника и заведующего кафедрой анатомии и физиологии человека и животных (1991 – 1996 гг.) Тернопольского национального педагогического университета имени Владимира Гнатюка. Также отмечены его трудолюбие, интеллект, достижения в педагогической деятельности и талант воспитателя.

О. S. Voloshyn

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

STANISLAV IVANOVICH GALANTYUK IS A TALENTED TEACHER AND RESEARCHER

Marked major milestones for scientific, teaching and organizational activities of S. I. Galaktyuk – teacher, scientific worker and head of the Department of anatomy and human and animal physiology (1991 – 1996) Ternopil national pedagogical university named after Volodymyr Hnatiuk. Also noted his diligence, intelligence, achievements in pedagogical activity and talent of the tutor.

РЕЦЕНЗІЇ

УДК 58.006

М. М. БАРНА¹, Л. С. БАРНА²

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З ДЕКОРАТИВНОЇ ДЕНДРОЛОГІЇ



У сумському видавництві «Сумський національний аграрний університет» у 2013 році вийшов друком навчальний посібник «Декоративна дендрологія. Частина 2», рекомендований до друку вченою радою Сумського національного аграрного університету. Авторами навчального посібника є відомі вчені-дендрологи, ботаніки, морфологи рослин, екологи: кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри садово-паркового господарства Володимир Максимович Кохановський і доктор біологічних наук, доцент кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету Ігор Миколайович Коваленко. Зауважимо, що вища школа України отримала корисний і цікавий навчальний посібник з декоративної дендрології, в якому досить повно розкрито дендрофлору України, види відділу *Magnoliophyta* (Покритонасінні або Квіткові) та Покритонасінні деревні рослини в озелененні відкритих територій.

У структурному відношенні навчальний посібник містить: зміст, передмову та два розділи:

Розділ 1. Відділ *Magnoliophyta* (Покритонасінні або Квіткові). Клас *Magnoliophyta* (Дводольні). Клас *Liliopsida* (Однодольні). Розділ 2. Покритонасінні деревні рослини в озелененні відкритих територій. Алфавітний покажчик видових назв латинською та українською мовами. Алфавітний покажчик видових назв українською та латинською мовами. Додаток 1. Дендродекоративне районування України. Додаток 2. Перелік покритонасінних деревних рослин та їх декоративних форм. Список запропонованої літератури.

¹**БАРНА Микола Миколайович** - доктор біологічних наук, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

²**БАРНА Любов Степанівна** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

У передмові дуже вдало зазначено, що «Декоративна дендрологія» належить до нормативних навчальних дисциплін, за якими здійснюється підготовка фахівців із лісового, садово-паркового та мисливського господарства, екології, охорони навколишнього середовища, ландшафтної архітектури та дизайну, фітодизайну тощо. Автори навчального посібника констатують, що а) назви таксонів деревних рослин на всіх рівнях систематичної ієрархії вивчаються в першу чергу по латині; б) типові морфологічні характеристики вегетативних і генеративних органів деревних рослин вважаються: по-перше, діагностичними ознаками в систематиці вищих рослин; по-друге, декоративними якостями в садово-парковому мистецтві.

Далі автори навчального посібника зазначають, що основний розділ «Відділ *Magnoliophyta* (Покритонасінні або Квіткові)» другої частини лабораторного практикуму окреслює масштаби діагностичних морфологічних ознак 227 видів покритонасінних *дводольних* та 29 видів *однодольних* деревних рослин, які подаються в навчальному посібнику до опанування у вузівських лабораторіях. Для переважної більшості з них наводяться кольорові фото найбільш суттєвих морфологічних ознак і декоративних форм. Різноманіття декоративних форм складає понад 165 таксономічних підодиноць. Значний обсяг робіт виконують студенти самостійно (69 видів). Можливе ландшафтне використання видів, що вивчаються в межах окремих дендродекоративних районів України наводяться в додатках 1 і 2.

Перший розділ навчального посібника розпочинається з короткої характеристики відділу *Magnoliophyta* (Покритонасінні або Квіткові) та класу *Magnoliophyta* (Дводольні). Для вивчення цього розділу відведено 17 тем.

Не розкриваючи суті всіх сімнадцяти тем, зупинимось на характеристиці теми 1. Родини *Magnoliaceae* (Магнолієві) J. St.-Hil. та *Ranunculaceae* (Жовтецеві) Juss., в якій наведені три завдання, самостійна робота та матеріальне забезпечення:

Завдання 1. Родина *Magnoliaceae* (Магнолієві), рід *Magnolia* (Магнолія) L.

Завдання 2. Родина *Magnoliaceae* (Магнолієві), рід *Liliodendron* (Ліліодендрон) L.

Завдання 3. Родина *Ranunculaceae* (Жовтецеві), рід *Clematis* (Ломиніс) L.

Самостійна робота. Родина *Schisandraceae* (Лимонникові), рід *Schisandra* (Лимонник) Mich. та родина *Lauraceae* (Лаврові) Lindl., рід *Laurus* (Лавр) L.

Після короткої характеристики і систематичного положення родин *Magnoliaceae* і *Ranunculaceae* наводиться:

Матеріальне забезпечення: мультимедійне обладнання, гербарні зразки чи тимчасово зрізані гілки та пагони, квітки та суцвіття, плоди та насіння *Magnolia kobus* (магнолія кобус), *M. grandiflora* (магнолія великоквіткова), *M. macrophylla* (магнолія великолиста), *M. soulangeana* (магнолія Суланжа), *M. tripetata* (магнолія трипелосткова), *M. acuminata* (магнолія загострена); *Liliodendron tulipifera* (ліліодендрон тюльпановий); *Clematis viticella* (ломиніс фіолетовий), *C. lauginoze* (ломиніс шорсткий), *C. orientalis* (ломиніс східний).

Клас *Liliopsida* (Однодольні).

Для вивчення видів цього класу виділено дві теми: 16 і 17. Оскільки переважна більшість представників класу Однодольні (*Liliopsida*) – це трав'янисті рослини, а значно менше серед них деревних видів, тому проведемо аналіз обох тем, дотримуючись викладу матеріалу за рецензованим навчальним посібником:

Тема 16. Родини *Agavaceae* (Агавові) Endl., *Ruscusaceae* (Пускусові) Hutch. та *Arecaceae* (Пальмові) Sch.-Bip.

Завдання 1. Родина *Agavaceae* (Агавові), рід *Agava* (Агава) L.

Завдання 2. Родина *Ruscusaceae* (Пускусові), рід *Ruscus* (Пускус) L.

Завдання 3. Родина *Arecaceae* (Пальмові), рід *Phoenix* (Фінік) L.

Самостійна робота. Родина *Arecaceae* (Пальмові), роди *Caryota* (Горіхівка) L. та *Washingtonia* (Вашингтонія) H. Wend.

Після короткої характеристики і систематичного положення родин *Agavaceae*, *Poaceae* і *Arecaceae* наводиться:

Матеріальне забезпечення: мультимедійне обладнання, гербарні зразки чи тимчасово зрізані гілки та пагони, квітки та суцвіття, плоди та насіння *Agave americana* (агава американська), *Ruscus hyprophyllum* (рускус підлистковий), *R. ponticus* (рускус понтійський), *R. colchicus* (рускус колхідський), *Poenix caraniensis* (фінік канарський), *Ph. dactylifera* (фінік пальчастий) та *Ph. goebelii* (фінік Робелена).

Тема 17. Родини *Agavaceae* (Агавові) Endl., *Poaceae* (Тонконогові або Злакові) Barnhart. та *Arecaceae* (Пальмові) Sch.-Bip.

Завдання 1. Родина *Agavaceae* (Агавові), рід *Jucca* (Юкка) L.

Завдання 2. Родина *Poaceae* (Тонконогові або Злакові), рід *Phyllostachys* (Листоколосьник) Sieb. et Zucc.

Завдання 3. Родина *Arecaceae* (Пальмові), рід *Chamaerops* (Хамеропс) L.

Самостійна робота. Родина *Ruscusaceae* (Рускусові) Hutch., рід *Danae* (Даная) Medic. та родина *Arecaceae* (Пальмові) Sch.-Bip., роди *Trachycarpus* (Трахікарпус) H. Wendl. і *Sabal* (Сабаль).

Після короткої характеристики і систематичного положення родини *Poaceae* наводиться:

Матеріальне забезпечення: мультимедійне обладнання, гербарні зразки чи тимчасово зрізані гілки та пагони, квітки та суцвіття, плоди та насіння *Yucca filamentosa* (юкка нитчаста), *Y. elata* (юкка висока), *Y. brevifolia* (юкка коротколиста), *Y. baccata* (юкка ягодоподібна), *Y. schidigera* (юкка тріската), *Y. torreyi* (юкка Торрея); *Phyllostachys nigra* (листоколосьник чорний), *Ph. bambusoides* (листоколосьник бамбуковий), *Ph. viridiglaucescens* (листоколосьник зелено-блакитний), *Ph. aurea* (листоколосьник золотий); *Chamaerops humilis* (хамеропс низький).

Другий розділ присвячений Покритонасінним деревним рослинам в озелененні відкритих територій. У короткому вступі до розділу автори навчального посібника досить вміло розкривають питання щодо створення зелених насаджень як обов'язкового компоненту благоустрою майже кожного населеного пункту України. Далі наголошують, що ландшафтні композиції з декоративних деревних рослин у населених місцях частіше формують шляхом посадки солітерів і ландшафтних біогруп, алей, та полос, гаїв чи масивів, живоплотів і боксетів, а також у вигляді вертикального озеленення.

Для вивчення матеріалу цього розділу відведено одну тему (№ 18). Так само, як і в розділі першому, в цій темі наведені три завдання, самостійна робота, матеріальне забезпечення, література та питання для самоперевірки.

Тема 18. Квіткові деревні рослини в ландшафтному дизайні.

Завдання 1. Сучасний вишуканий сквер населеного пункту.

Завдання 2. Ландшафтна композиція біля приватного будинку.

Завдання 3. Фрагмент благоустрою приміської VIP-садиби.

Самостійна робота. Використання квіткових деревних рослин при озелененні відкритих територій

Наведена коротка інформація щодо оформлення фрагменту партерного куточка та досить дохідливо автори переконують читача, що ефектну красу будь-якої за площею території обумовлюють насамперед висаджені на ній декоративні дерева та кущі. Відтак наведено матеріальне забезпечення теми:

Матеріальне забезпечення: мультимедійне обладнання для широкоформатного розгляду та аналізу ескізних варіантів ландшафтних композицій, флористичну основу яких складають покритонасінні деревні рослини

Загальне позитивне враження на читача справляють кольорові ілюстрації, в яких відображені рослини та основні їх морфологічні ознаки: пагони, листки, стовбури, бруньки, квітки, суцвіття, плоди та насіння того чи іншого виду.

Зазначимо, що до сьогоденного часу ні російськомовні, ні українськомовні підручники, навчальні посібники, практикуми, атласи з дендрології чи декоративної дендрології, що видавалися в Україні чи колишньому Радянському Союзі не видавалися з таким багатим кольоровим відображенням дерев і кущів, як це зроблено в рецензованому нами

РЕЦЕНЗІЇ

навчальному посібнику «Декоративна дендрологія. Частина 2» і рецензованому нами раніше навчальному посібнику «Декоративна дендрологія. Частина 1 (див. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2016. — № 2. — С. 122—126).

Для підтвердження сказаного нижче наводимо деякі ілюстрації із рецензованого навчального посібника «Декоративна дендрологія. Частина 2»:



Основні морфологічні ознаки *Populus alba*



Основні морфологічні ознаки *Populus pyramidalis*

Поряд з великим фактичним матеріалом, наведеним у двох розділах навчального посібника, трапляються деякі, на нашу думку, стилістичні та граматичні неточності. Доцільно коротко на них зупинитися. Так, у темі 1. Родини *Magnoliaceae* (Магнолієві) J. St.-Hil. та *Ranunculaceae* (Жовтецеві) Juss., в якій наведені три завдання:

Завдання 1. Родина *Magnoliaceae* (Магнолієві), рід *Magnolia* (Магнолія) L.

Завдання 2. Родина *Magnoliaceae* (Магнолієві), рід *Liliodendron* (Ліліодендрон) L.

Завдання 3. Родина *Ranunculaceae* (Жовтецеві), рід *Clematis* (Люминіс) L.

Самостійна робота. Родина *Schisandraceae* (Лимонникові), рід *Schisandra* (Лимонник) Mich. та родина *Lauraceae* (Лаврові) Lindl., рід *Laurus* (Лавр) L.

У всіх трьох завданнях (як і у всіх темах навчального посібника) автори латинських назв виду, роду чи родини наводяться після їх української назви, а не після латинської назви, як це прийнято у ботанічній літературі (див., напр., Чопик В. І., Федорончук М. М. Флора Українських Карпат / В. І. Чопик, М. М. Федорончук. — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2015. — 720 с.; іл.).

У матеріальному забезпеченні до цієї ж теми наводиться термін «квіти», а доцільно правильно наводити «квіткі» якщо це множина, або «квітка» якщо це одна. Термін «квіти» - це збірне поняття, яке відображає сукупність квіток різних рослин (напр., біля підніжжя пам'ятника були покладені квіти і т. д.). Характеризуючи морфологічні ознаки листків часто вживаються терміни: «яйцевидний» замість яйцеподібний; «продовгувато-яйцевидні» замість продовгувато-яйцеподібний (стор. 214) та ін.

І, на кінець, зауваження щодо латинських назв деревних рослин, зокрема, замість назви тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Roz.) нині вживається її нова назва *Populus italica* (Du Roi) Moench. Тому в ботанічних і дендрологічних працях (підручниках, навчальних посібниках, практикумах, атласах, довідниках тощо) вживається така назва: Тополя італійська або пірамідальна – *Populus italica* (Du Roi) Moench (*Populus pyramidalis* Roz.) – Див. цитовану вище найновішу ботанічну монографію–визначник ботаніків європейського та й світового рівня Володимира Івановича Чопика та Миколи Михайловича Федорончука «Флора Українських Карпат». — Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2015. — 720 с.; іл.

На завершення зазначимо, що рецензований нами навчальний посібник є вагомим внеском у дендрологічну науку сьогодення. Незважаючи на відмічені неточності, навчальний посібник Володимира Максимовича Кохановського і Ігоря Миколайовича Коваленка «Декоративна дендрологія. Частина 2» є надзвичайно потрібним і своєчасним навчальним виданням, яким можуть користуватися студенти та магістранти вищих навчальних закладів України, де за навчальними планами викладаються нормативні курси «Дендрологія» та «Декоративна дендрологія», а її авторам доценту Володимиру Максимовичу Кохановському та доктору біологічних наук, доценту Ігорю Миколайовичу Коваленку зичимо подальших наукових і навчальних звершень у дендрологічній науці та творчих успіхів у підготовці висококваліфікованих фахівців із садово-паркового господарства, ландшафтної архітектури та дизайну, необхідних нині для задоволення зростаючих естетичних потреб людини в епоху бурхливого науково-технічного прогресу людства.

Барна Н. Н., Барна Л. С. [Рецензия]. Кохановский В. М. Декоративная дендрология. Учебное пособие. Часть 2. / В. М. Кохановский, И. Н. Коваленко. — Сумы: «Сумской национальный аграрный университет», 2013. — 284 с., ил.

В сумском издательстве «Сумской национальный аграрный университет» у 2013 году вышло из печати учебное пособие «Декоративная дендрология. Часть 1». Автором учебного пособия является известный ученый-дендролог и ботаник, морфолог растений, кандидат биологических наук, доцент кафедры садово-паркового хозяйства Сумского национального аграрного университета Владимир Максимович Кохановский. Отметим, что высшая школа Украины получила очень полезное и интересное учебное пособие, в котором достаточно полно раскрыто дендрофлору України, виды отдела *Magnoliophyta* (Покрытосеменные или Цвтковые) и Покрытосеменные древесные растения в озеленении открытых территорий.

В структурном отношении учебное пособие включает: содержание, предисловие и два раздела: Раздел 1. Отдел *Magnoliophyta* (Покрытосеменные или Цветковые). Класс *Magnoliophyta* (Двудольные). Класс *Liliopsida* (Однодольные). Раздел 2. Покрытосеменные древесные растения в озеленении открытых территорий. Алфавитный указатель видовых названий на латинском и украинском языках. Алфавитный указатель видовых названий на украинском и латинском языках. Дополнение 1. Дендродекоративные районирование Украины. Дополнение 2. Название покрытосеменных древесных растений и их декоративных форм. Список предлагаемої литературы.

Позитивное впечатление на читателя производят цветные иллюстрации, в которых отображены основные морфологические признаки того или иного вида древесных растений.

Наряду с большим фактическим материалом, приведенном в двух разделах учебного пособия отмечены некоторые стилистические и грамматические неточности, которые ничуть не снижают качества и научного содержания рецензируемого учебного пособия.

В завершении отметим, что рецензируемое нами учебное пособие является достойным вкладом в дендрологическую науку. Несмотря на некоторые неточности, учебное пособие Владимира Максимовича Кохановского и Игоря Николаевича Коваленко «Декоративная дендрология. Часть 2» является ценной научной и учебной работой в области декоративной дендрологии, а её авторам доценту Владимиру Максимовичу Кохановскому и доктору биологических наук, доценту Игорю Николаевичу Коваленко пожелаем дальнейших научных и учебных свершений в дендрологической науке и творческих успехов в подготовке специалистов садово-паркового хозяйства, ландшафтной архитектуры и дизайнера, необходимых для лесного и садово-паркового хозяйства нашей страны.

Barna N. N., Barna L. S. [Review]. Kokhanovskii V.M. Ornamental dendrology. Textbook. Part 2. / V. M. Kokhanovskii, I.N. Kovalenko. - Sumy: «Sumy National Agrarian University», 2013. - 284 p., pcs.

In 2013 the printing house of Sumy National Agrarian University published a textbook “Ornamental Dendrology. Part 2”. This scientific work is authored by a prominent scholar, ornamental plant biologist, Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor at the Department of Landscape Architecture of Sumy National Agrarian University, Volodymyr Kokhanovskii. It should be noted that the course book is a great contribution to Ukrainian higher education as it delves into the dendrology of modern Ukraine, morphology of woody plants, the nature of *Magnoliophyta (the flowering plants or angiosperms)* species and the role of woody ornamentals in landscape architecture.

The textbook consists of such structural parts as: Contents, Introduction, and two chapters: Chapter 1. Magnoliophyta Division (Flowering plants). Class Magnoliopsida (Dicotyledons). Class Liliopsida (Monocotyledons). Chapter 2. Woody ornamentals in landscape architecture and design. Alphabetical list of Latin and Ukrainian names of species. Alphabetical list of Ukrainian and Latin names of species. Appendix 1. Ornamental woody species zoning of Ukraine. Appendix 2. List of Magnoliophyta species and the ornamentals. List of references.

Readers are sure to be impressed by full color illustrations depicting characteristic features of different woody plants.

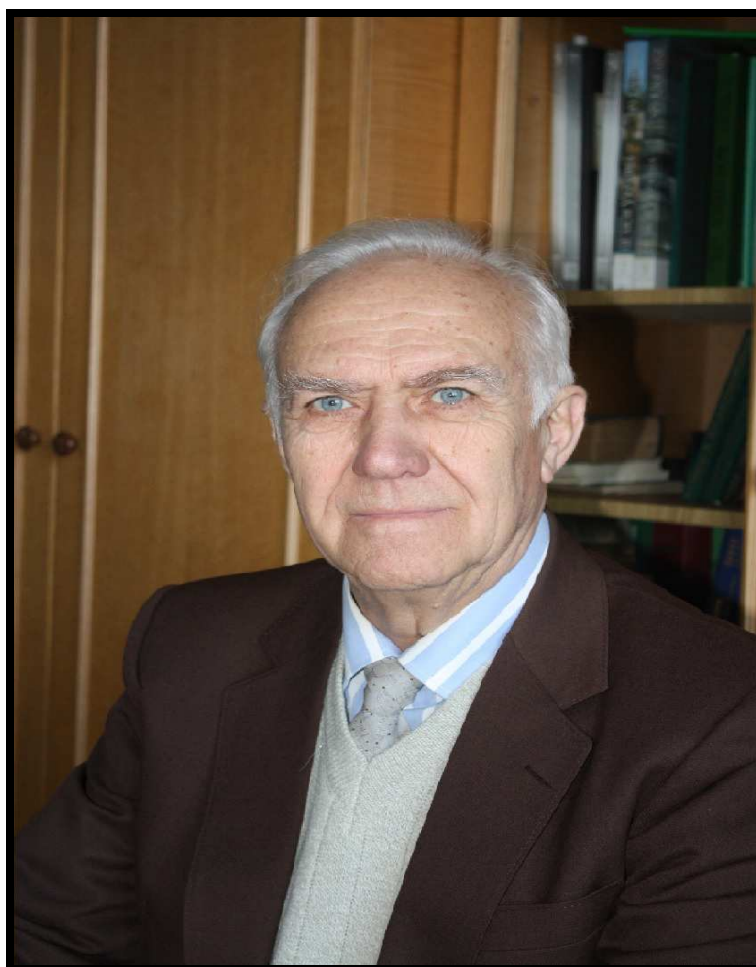
Along with a great number of facts presented in two chapters of the book, one may spot occasional stylistic and grammatical inaccuracies which, however, do not reduce a great scientific value of the given textbook.

To sum up, the reviewed work is a significant contribution to dendrology. Despite minor slips (grammatical or stylistic), the textbook “Ornamental Dendrology. Part 2” by Volodymyr M. Kokhanovskii and Igor N. Kovalenko is an invaluable scientific and academic resource in the field of dendrology. Hence, we wish its authors, renowned men of science, Volodymyr Kokhanovskii and Igor Kovalenko, many more scientific achievements and years of life to pursue their teaching careers in the field of Landscape Architecture and Design by empowering students to reach new horizons.

ВТРАТИ ОСВІТИ І НАУКИ

М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА

**ПАМ'ЯТІ АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ
МИХАЙЛА АНДРІЙОВИЧА ГОЛУБЦЯ
(30.10.1930 — 14.08.2016)**



14 серпня 2016 року на 86 році життя помер видатний український вчений в галузі геоботаніки, фітоценології, екології, середовищезнавства, громадський і політичний діяч, доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, віце-президент Лісівничої академії наук України, депутат Верховної Ради України першого скликання, почесний директор Інституту екології Карпат НАН України (від 2008 р.) — відомий в Україні, Європі та й у світі вчений – фітобіолог Михайло Андрійович Голубець.

Народився Михайло Андрійович Голубець 30 жовтня 1930 року в смт Великий Любінь Городоцького району Львівської області. Закінчивши середню школу у 1948 році, вступає на лісгосподарський факультет Львівського сільськогосподарського інституту, який закінчив у 1953 році за спеціальністю – "Екологія та лісознавство" з присвоєнням кваліфікації інженера лісового господарства.

У 1953—1957 рр. — аспірант, викладач Львівського сільськогосподарського та Львівського лісотехнічного інститутів. З 1957 до 1962 року — молодший, старший науковий співробітник Інституту землеробства і тваринництва західних районів УРСР, старший науковий співробітник Науково-природознавчого музею АН УРСР. У 1969 році в Ботанічному інституті ім. В. Л. Комарова АН СРСР (Ленінград, нині Санкт-Петербург) захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю "Ботаніка". 1974—1991 рр. — керівник Львівського відділення Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, а з 1991 до 2007 року — директор Інституту екології Карпат НАН України. Від 2008 — почесний його директор.

Основний напрям наукових досліджень — структурно-функціональна організація наземних екосистем і геосоціосистем, перспективи управління соціосферними процесами. Автор і співавтор понад 450 наукових праць, у т. ч. 17 монографій, зокрема: «Ельники Украинских Карпат» (1978), «Плівка життя» (1997), «Від біосфери до соціосфери» (1997), «Актуальные вопросы экологии» (1982), «Екосистемология» (2000), «Біловезька зустріч, напередодні та опісля» (2001), «Екологічний потенціал наземних екосистем» (2003), «Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження» (2003), «Вступ до геосоціосистемології» (2005), «Русифікація – люмпенізація – вульгарізація» (2006), «Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону» (2007), «Середовищезнавство (інвайронментологія)» (2010) та ін.

М. А. Голубець був депутатом Верховної ради України першого скликання, одним з учасників розробки і підписання документів про припинення існування Радянського Союзу (Біловезькі угоди).

Під його керівництвом захищено більше п'ятнадцяти кандидатських і докторських дисертацій. Михайло Андрійович був членом редколегій низки наукових часописів, серед яких: "Біологічні студії/Studia Biologica", "Екологія і ноосферологія", "Наукові праці Лісівничої академії наук України", "Український ботанічний журнал" та ін.

У одного із авторів цієї статті М. М. Барни упродовж тривалого часу відбувались дружні і творчі взаємини з Михайлом Андрійовичем Голубцем, з яким, будучи студентом другого курсу лісгосподарського факультету Львівського лісотехнічного інституту, познайомився у 1957 році на засіданні Львівського відділення Українського ботанічного товариства. З тих пір не припинялося спілкування з Михайлом Андрійовичем. Зауважу, що із 17 виданих ним монографій, більше 10 з авторським підписом я зберігаю в своїй науковій бібліотеці і використовую їх у процесі читання лекцій з курсів «Ботаніка», «Екологія», «Декоративна дендрологія» для студентів Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Зі свого боку я надсилав Михайлу Андрійовичу з авторським підписом навчальні посібники та наукові видання, підготовлені мною. У 2008 році в тернопільському видавництві «Підручники і посібники» я видав науково-популярне видання «Микола Барна. Curriculum vitae» і з авторським підписом надіслав Михайлу Андрійовичу. У науково-популярній книзі «Микола Барна. Радоцина в моєму серці», виданій у 2011 р. в цьому ж тернопільському виданні на стор. 78 написано: «Хочу зазначити, що в Біловезькій зустрічі глав держав Республіки Білорусь, РФСР та України від Народної ради Верховної Ради України брав участь, як депутат першого її скликання, визначний вчений, академік НАН України львів'янин Михайло Андрійович Голубець. У листі на мою книгу «Микола Барна. Curriculum vitae» написав наступне: «Щиро дякую за Ваш багатющий, оригінальний, чудово оформлений, з художнім смаком ілюстрований життєпис. З приємністю прочитав і проаналізував його. Він допоміг мені пригадати наші дружні й наукові зустрічі і ще раз пригадати й розворушити той великий біль, який я пережив під час кількарізних екскурсій зруйнованим лемківським краєм, зі знищеними церквами, здичавілими садами і вкритими сірорічковими заростями полями. Не могу

змиритися з тим, що такий великий прекрасний шмат української землі опинився за межами нашої держави».

Так, Михайло Андрійович — видатний вчений у галузі фітоценології, екології, середовищезнавства, громадський і політичний діяч, який неодноразово побував на Лемківщині: «Не міг змиритися з тим, що такий великий прекрасний шмат української землі (Лемківщина, доповнено авторами) опинився за межами нашої держави». Від себе (Микола Барна) додам: я — за походженням лемко, який народився на прекрасній богом даній Лемківщині, приєднуюся і цілком схвалюю думку, висловлену визначним ученим не тільки українського, а європейського, світового рівня та великим патріотом і державним діячем України — Михайлом Андрійовичом Голубцем.

Вчені, викладачі та студенти Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка з великим смутком дізналися про смерть Михайла Андрійовича Голубця.

На завершення хочемо сказати: допоки в науці будуть такі вчені, яким був і назавжди залишиться академік Михайло Андрійович Голубець і вдячні учні, які зберігатимуть у своїй пам'яті пошану і любов до своїх Учителів, — українська наука житиме у віках.

Пам'ять про Михайла Андрійовича Голубця — видатного вченого-фітобіолога, вченого серцем і розумом, громадського і політичного діяча, українського патріота, Людини з великої літери назавжди залишиться в серцях його рідних, друзів, колег і учнів.

Н. Н. Барна, Л. С. Барна

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ПАМ'ЯТИ АКАДЕМИКА НАН УКРАЇНИ МИХАЙЛА АНДРЕЕВИЧА ГОЛУБЦА

(30.10.1930 — 14.08.2016)

14 августа 2016 года на 86 году ушел из жизни выдающийся украинский ученый в области геоботаники, фитоценологии, экологии, общественный и политический деятель, академик НАН Украины, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, вице-президент Лесной академии наук Украины, депутат Верховной Рады Украины первого созыва, почетный директор Института экологии Карпат НАН Украины (от 2008 г.) — известный в Украине, Европе и в мире ученый-фитобиолог Михаил Андреевич Голубец.

Основное направление научных исследований М. А. Голубца — структурно-функциональная организация наземных экосистем и геосоциосистем, перспективы управления социосферными процессами. Автор свыше 500 научных работ, у т. ч. 19 монографий, в частности: «Ельники Украинских Карпат» (1978), «Плівка життя» (1997), «Від біосфери до соціосфери» (1997), «Актуальные вопросы экологии» (1982), «Екосистемологія» (2000), «Біловезька зустріч, напередодні та опісля» (2001), «Екологічний потенціал наземних екосистем» (2003), «Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження» (2003), «Вступ до геосоціосистемології» (2005), «Геосоціосистемологія» (2013), «Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону» (2007), «Середовищезнавство (інвайронментологія)» (2010), «Основи відновлення функціональної суті Карпатських лісів» (2016) и др. Под его руководством защищено 5 докторских и 17 кандидатских диссертаций.

М. А. Голубец был депутатом Верховной Рады Украины первого созыва, одним из участников разработки и подписания документов о прекращении существования Советского Союза (Беловежские соглашения).

Память о Михаиле Андреевиче Голубце — известным ученым-фитобиологом, общественным и политическим деятелем, украинском патриоте навсегда останется в сердцах его друзей, коллег и учеников.

N. N. Barna, L. S. Barna

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

IN MEMORY OF ACADEMICIAN OF NAS OF UKRAINE, MYKHAILO HOLUBETS

(30.10.1930 — 14.08.2016)

On August 14, 2016 Mykhailo Holubets, an outstanding Ukrainian scientist in the fields of geobotany, phytocenology, ecology, a public figure, an Academician of NAS of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor, honored Worker of Science and Technology of Ukraine, laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, vice president of Ukrainian Forestry Academy, a deputy member of Verkhovna Rada of Ukraine of the first convocation, honorary director of the Institute of ecology of the Carpathians of NAS of Ukraine (since 2008), a world-known scientist and phytobiologist died at the age of 86.

His scientific research focused on: structural and functional organization of terrestrial eco- and geosocial systems, prospects of sociospherical management. He published over 500 scientific works, including 19 monographs: “Spruce-fir Forests of the Ukrainian Carpathians” (1978), “Tissue of life” (1997), “ From Biosphere to Sociosphere” (1997), “Topical Issues of Ecology” (1982), “Ecosystemology” (2000), “Belavezha Meeting, Before and After” (2001), “Ecological Potential of Terrestrial Ecosystems” (2003), “Biotic Diversity and Scientific Approaches to its Preservation” (2003), “Introduction to Geosociosystemology” (2005), “Geosociosystemology” (2013), “Conceptual Framework of Sustainable Mountain Region Development” (2007), “Environmentology” (2010), “Fundamentals of Functional Recovery of the Carpathian Forests” (2016) and others. He has supervised 5 doctoral and 17 PhD theses.

M.A. Holubets was a deputy of the Verkhovna Rada of Ukraine of the first convocation, one of those members who contributed to the Belavezha Accords declaring breakup of the Soviet Union.

The memory of Mykhailo Holubets, a renowned scientist and phytobiologist, a public figure and a patriot will always be in the hearts of his friends, colleagues and disciples.

В. В. ГРУБІНКО, Н. М. ДРОБИК

**ПАМ'ЯТІ ВИДАТНОГО ВЧЕНОГО-ЕНЦИКЛОПЕДИСТА,
АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ ГРОДЗИНСЬКОГО ДМИТРА МИХАЙЛОВИЧА
(05.08.1929—10.08.2016)**



10 серпня 2016 р. на 88 році пішов з життя всесвітньо відомий український вчений-біолог, академік Національної академії наук України, професор, доктор біологічних наук – Дмитро Михайлович Гродзинський.

Народився Д.М. Гродзинський в м. Біла Церква Київської області у родині ботаніків, викладачів Білоцерківського сільськогосподарського інституту. Його батько, Михайло Карпович, у 1919 р. разом із колегами-однородуцями заснував Білоцерківський політехнікум, який згодом переріс у Білоцерківський сільськогосподарський інститут. У 1952 р. Дмитро Гродзинський закінчив агрономічний факультет цього інституту, одночасно навчаючись на механіко-математичному факультеті заочного відділення Московського державного університету імені М.В. Ломоносова. Далі – аспірантура при Інституті фізіології рослин Академії наук УРСР, де Д.М. Гродзинський підготував і захистив у 1955 р. кандидатську дисертацію “Действие малых доз излучения на растения”. У 1965 р. він захистив докторську дисертацію на тему “Естественная радиоактивность в жизни растений”.

У 1974 – 1985 рр. Д.М. Гродзинський був директором Інституту фізіології рослин АН УРСР, де під його керівництвом було сформовано нові напрями наукових досліджень. Д.М. Гродзинський був академіком-секретарем Відділення загальної біології НАН України, Головою Національної комісії з радіологічного захисту при Парламенті України; засновником і завідувачем відділу біофізики і радіобіології Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України. Він – фундатор відомої в світі наукової школи в галузі радіобіології рослин.

Результати наукових досліджень Д.М. Гродзинського та створеної ним наукової школи набули визнання як досягнення світового рівня. Вченим сформульовано основні положення теорії гетерогенності (компаратментальності) метаболічних фондів рослинної клітини; розроблено теорію надійності біологічних систем, яка створює наукову основу для практичних шляхів підвищення стійкості культурних рослин до несприятливих умов середовища та підвищення врожайності; вперше всебічно досліджено природну радіоактивність рослинності

та ґрунтів України, вивчено механізми формування радіобіологічних реакцій рослин та встановлено шляхи відновлення при радіаційному враженні на різних рівнях організації рослинних біосистем. Після аварії на Чорнобильській АЕС під керівництвом Д.М. Гродзинського розгорнулися дослідження, спрямовані на пошук шляхів упередження негативних екологічних та радіобіологічних наслідків цієї катастрофи.

Потужною є наукова школа академіка Д.М. Гродзинського: близько 70 кандидатів та 12 докторів наук. Він – автор понад 750 наукових праць, у тому числі 27 монографій, підручника “Радіобіологія”, співавтор підручників “Біофізика” та “Біоніка”, енциклопедій “Чорнобильська катастрофа”, “Екологічна енциклопедія”, “Енциклопедія сучасної України” тощо.

Держава гідно відзначила наукові здобутки видатного вченого. Д.М. Гродзинський – лауреат Державних премій України в галузі науки і техніки, Лауреат премії імені М.Г. Холодного, заслужений діяч науки і техніки України, кавалер орденів Ярослава Мудрого IV та V ступенів, ордена Знак пошани, двічі удостоювався звання «Соросівський професор» тощо. Однак, найбільшим його надбанням є повага та шана широкого наукового загалу.

Всебічно обдарована, глибоко мисляча людина, надзвичайно цікавий співрозмовник, вчений-енциклопедист, Людина з великої літери – таким залишиться Дмитро Михайлович у душах і серцях тих, хто його знав, кому відомі його наукові погляди і переконання, тих, хто мав щастя спілкуватись з ним або просто слухати його.

Вклад Дмитра Михайловича Гродзинського в українську та світову науку неоціненний. Світла пам'ять про визначного вченого, прекрасну людину залишиться в наших серцях.

Н. М. Дробык, В. В. Грубинко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ПАМ'ЯТИ ВИДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО-ЕНЦИКЛОПЕДИСТА, АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ ГРОДЗИНСЬКОГО ДМИТРИЯ МИХАЙЛОВИЧА

Стаття посвящена пам'яті всемирно известного украинского ученого-биолога, академика Национальной академии наук Украины, профессора, доктор биологических наук – Дмитрия Михайловича Гродзинского. Разносторонними и многогранными были научные интересы ученого. Им сформулированы основные положения теории гетерогенности (компарментальности) метаболических фондов растительной клетки; разработана теория надежности биологических систем; впервые всесторонне исследована естественная радиоактивность растительности и почв Украины, изучены механизмы формирования радиобиологических реакций растений и установлены пути восстановления при радиационном поражении на разных уровнях организации растительных биосистем. Д.М. Гродзинский – автор и соавтор более 750 научных работ, в том числе 27 монографий, учебников, энциклопедий и др.; подготовил 12 докторов наук и около 70 кандидатов наук. Подтверждением значимости результатов научной деятельности ученого являются многочисленные награды: Гродзинский Д.М. – лауреат Государственных премий Украины в области науки и техники, лауреат премии имени Н.Г. Холодного, заслуженный деятель науки и техники Украины, кавалер орденов Ярослава Мудрого IV и V степеней, ордена Знак почета, дважды удостоивался звания «Соросовский профессор» и др. Вклад Дмитрия Михайловича Гродзинского в украинскую и мировую науку неопределим. Светлая память о выдающемся ученом, прекрасном человеке останется в наших сердцах.

Ключевые слова: Д. М. Гродзинский, научная, педагогическая, общественная деятельность, радиобиология

N. M. Drobyk, V. V. Grubinko

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

IN MEMORY OF ACADEMICIAN OF NAS OF UKRAINE DMITRY GRODZINSKY, A DISTINGUISHED ENCYCLOPEDIST AND SCIENTIST

The article is aimed to honour the memory of Dmitry Grodzinsky, a world famous Ukrainian scientist, biologist, academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Professor, and Doctor of

Science. Versatile and various were his scientific interests. He formulated the main tenets of the theory of heterogeneity (compartmentality) of metabolite pools of a plant cell and developed the reliability theory of biological systems. Moreover, he initiated and carried out an extensive research into the natural radioactivity of vegetation and soils of Ukraine, studied the mechanisms of radiobiological reactions of plants and determined ways of recovery after radiation injury at different levels of organization of plant biosystems. Dmitry Grodzinsky authored and co-authored over 750 academic and scientific works, including 27 monographs, textbooks, encyclopedias, etc.; under his supervision 12 doctors and about 70 candidates of sciences obtained their degrees. Numerous awards testify to his outstanding scientific achievements: Grodzinsky D.M. is a laureate of Ukrainian State Prize in the field of science and technology, a laureate of Kholodnyi Award of National Academy of Sciences of Ukraine, honored Worker of Science and Technology of Ukraine, winner of the Order of Prince Yaroslav the Wise of 4th and 5th grade, winner of the order of Honour, twice named “Soros Professor”, etc. The contribution of Dmitry Grodzinsky into Ukrainian and world science is invaluable. The memory of this outstanding scientist and good-natured person will remain in our hearts.

Key words: D. M. Grodzinsky, scientific, academic, social activity, radiobiology

М. М. БАРНА, В. В. ГРУБІНКО

**ПАМ'ЯТІ ЧЛЕНА-КОРЕСПОНДЕНТА НАН УКРАЇНИ
ТРАВЛЄЄВА АНАТОЛІЯ ПАВЛОВИЧА
(11.09.1929—19.09.2016)**



Доктор біологічних наук, професор. З 1992 р. – член-кореспондент Національної академії наук України, академік і академік-секретар відділення фундаментальної екології, член Президії Екологічної академії наук України (з 1993 р.). Голова наукової ради з проблем ґрунтознавства НАН України, член Комітету з присудження державних премій при Президентові України, заступник генерального секретаря товариства ґрунтознавців України, почесний член Докучаївського товариства ґрунтознавців (з 1996 р.), почесний член Українського товариства ґрунтознавців (з 1996 р.), голова УкрЮнепкому у Дніпропетровській області, член редколегії журналу “Лісознавство” РАН, “Ботанічного журналу” НАН України, головний редактор журналів “Екологія та ноосферологія” і “Ґрунтознавство”. Заслужений діяч науки і техніки України (з 2000 р.), заслужений професор (з 2000 р.), президентський стипендіат (з 2001 р.)

У 1956 р. закінчив Дніпропетровський державний університет за спеціальністю біолог-геоботанік. У 1961 р. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Лесная подстилка как структурный элемент лесных биогеоценозов в степи» за спеціальністю «Ботаніка». У 1972 р. захистив докторську дисертацію на тему: «Взаимодействие лесной растительности с почвой в условиях степи» за спеціальністю «Ботаніка».

Науковий напрямок – екологія та біогеоценологія, техногенна біогеоценологія, екологічне ґрунтознавство, степове лісознавство, лісова рекультивация порушених земель у степовій зоні України. Автор понад 210 наукових праць, у тому числі 6 монографій, 7 навчальних посібників. Основні праці : “Спутник геоботаника по почвоведению и гидрологии” (Д., 1979, соавт. Л.П. Травлеев), “Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв” (К., 1989, соавт. С.В.Зонн), “Алюминий, роль в почвообразовании и влияние на растения” (Д., 1992, соавт. С.В.Зонн), “Естественные леса и степные почвы” (Д., 1999, соавт. Н.А.Белова). Підготував до захисту 8 докторів та 33 кандидатів наук.

Нагороди: 1998 р. – Заслужений діяч науки і техніки України, 2005 р. – Відзнака за заслуги третього ступеня «За заслуги в розвитку інформаційної сфери», 2008 р. – Лауреат Державної Премії України в галузі науки і техніки, 2008 р. – Подяка Президента за особистий внесок у розвиток і зміцнення Української держави.

Н. Н. Барна, В. В. Грубинко

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ПАМ'ЯТИ ТРАВЛЕЄВА АНАТОЛІЯ ПАВЛОВИЧА (11.09.1929—19.09.2016)

Доктор биологических наук, профессор. С 1992 г. – член-корреспондент Национальной академии наук Украины, академик и академик-секретарь отделения фундаментальной экологии, член Президиума Экологической академии наук Украины (с 1993 г.). Председатель научного совета по проблеме почвоведения НАН Украины, член Комитета по присуждению государственных премий при Президенте Украины, заместитель генерального секретаря общества почвоведов Украины, почетный член Докучаевского общества почвоведов (с 1996 г.), почетный член Украинского общества почвоведов (с 1996 г.), член редколлегии журналов “Лесоводство” РАН, “Украинского ботанического журнала” НАН Украины, главный редактор журналов “Экология и ноосферология” и “Почвоведение”. Заслуженный деятель науки и техники Украины (с 2000 г.), заслуженный профессор Днепропетровского национального университета (с 2000 г.), президентский стипендиат (у 2001 г.)

В 1956 г. окончил Днепропетровский государственный университет по специальности «биолог-геоботаник». В 1961 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Лесная подстилка как структурный элемент лесных биогеоценозов в степи» зпо специальности 094– «Ботаника». В 1972 г. защитил докторскую диссертацию на тему: «Взаимодействие лесной растительности с почвой в условиях степи» по специальности 03.00.05– «Ботаника».

Научное направление – экология и биогеоценология, техногенная биогеоценология, экологическое почвоведение, степное лсоведение, лесная рекультивация нарушенных земель в степной зоне Украины.

Автор свыше 210 научных работ, в том числе 6 монографий, 7 учебных пособий. Основными работами являются: “Спутник геоботаника по почвоведению и гидрологии” (1979, соавт. Л. П. Травлеев), “Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв” (1989, соавт. С. В.Зонн), “Алюминий, роль в почвообразовании и влияние на растения” (1992, соавт. С. В.Зонн), “Естественные леса и степные почвы” (1999, соавт. Н. А.Белова). Подготовил 8 докторов и 33 кандидата наук.

Награды: 1998 г. – заслуженный деятель науки и техники Украины; 2005 г. – отличие «За заслуги в развитии информационной сферы»; 2008 г. – Лауреат Государственной Премии Украины в области науки и техники 2008 г. – Благодарность Президента за личный вклад в развитиии укрепление государства.

M. M. Barna, V. V. Grubinko

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

IN MEMORY OF TRAVLEIEV ANATOLIY PAVLOVICH (11.09.1929—19.09.2016)

Travleiev Anatolii Pavlovich, Doctor of Biological Sciences, full Professor, a corresponding member of NAS of Ukraine (since 1992), academician and academician-secretary of the Department of General Ecology, board member of Ukrainian Ecological Academy of Sciences (since 1993), Chairman of the Scientific Council for soil science of NAS of Ukraine, member of the National Committee for state prizes granted by the President of Ukraine, Secretary Assistant of Ukrainian Society of Soil Scientists, an honourable member of Dokuchaev Soil Science Society (since 1996), an honourable member of Ukrainian Society of Soil Scientists (since 1996), an editorial board member of the journals “Forestry” of Russian Academy of Sciences, “The Ukrainian Botanical Journal” of National Academy of Sciences of Ukraine, the Editor-in-Chief of “Ecology and Noospherology” and “Soil” scientific journals, an honored Worker of Science and Technology of Ukraine, an honoured Professor of Dnepropetrovsk National University (since 2000), a presidential scholar (2001).

In 1956 he graduated from Dnepropetrovsk State University majoring in biology and geobotany. In 1961 he defended his thesis entitled “The forest floor (detritus) as a structural element of forest ecosystems in the steppe” (094- “Botany”). In 1972 he defended his doctoral thesis under the title “Plant-soil interaction in steppe forests” (03.00.05- “Botany”).

Research areas include, but not limited to, ecology (the study of the environment) and biogeocenology, anthropogenic biogeocenology, soil science, steppe soil study, forest reclamation of disturbed lands in the steppe zone of Ukraine.

He published over 210 scientific works, including 6 monographs and 7 textbooks. His most significant publications are "The Geobotanist's Companion to Soil Study and Hydrology" (1979, et al. L.P. Travleiev), "Geographic and Genetic Aspects of Landscape Evolution, Soil Formation and Conservation" (1989, et al. S.V.Zonn), "The Role of Aluminum for Soil Formation and its Influence on Plants" (1992, et al. S. V.Zonn), "Natural Forests and Steppe Soils "(1999, et al. N. A. Belova). His followers and disciples include 8 doctors and 33 candidates of sciences (PhD).

A list of prizes and awards: 1998 - honored Worker of Science and Technology of Ukraine; 2005 - achievement medal "For the Development of the Information Technologies"; 2008 - laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, 2008 - Presidential citation for personal contribution into the development and strengthening of state institutions.

АВТОРИ НОМЕРА

- Андриєнко-Малюк Т. Л.** — доктор біологічних наук, член науково-технічної ради, професор Мезинського національного природного парку.
- 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.
- Баточенко В. М.** — старший науковий співробітник НПП «Северное Подольє».
- Березовська В. Ю.** — аспірантка Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАНУ.
- Водяницький О. М.** — провідний інженер відділу біології відтворення риб Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Волошин О. С.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Ганаба Д. В.** — аспірант кафедри екології Хмельницького національного університету.
- Герц А. І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Григорюк І. П.** — доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України, академік АН Вищої школи України, професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України.
- Грубінко В. В.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Гупало О. О.** — аспірант, провідний інженер ІГ НАНУ.
- Деркач І. В.** — аспірант кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка.
- Дробик Н. М.** — доктор біологічних наук, декан хіміко-біологічного факультету, професор кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, завідувач лабораторії екології та біотехнології ТНПУ.
- Задорожная Г. А.** — доцент кафедри ФЧЖ Днепропетровського національного університета імені Олеся Гончара.
- Зіньковський О. Г.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу біології відтворення риб ІГ НАНУ.
- Кириченко О. І.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії селекції Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького (УкрНДЛГА імені Г. М. Висоцького).
- Конончук О. Б.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Кравцова О. В.** — аспірантка ІГ НАНУ.
- Крижановська М. А.** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Курант В. З.** — доктор біологічних наук, професор кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Лось С. А.** — кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії селекції УкрНДЛГА імені Г. М. Висоцького.

- Машковська С. П.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу квітничково-декоративних рослин Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України.
- Мінічева Г. Г.** — старший науковий співробітник, завідувач відділу морфофункціональної екології водної рослинності ДУ «Інститут морської біології НАН України».
- Мякушко С. А.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.
- Пида С. В.** — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Потрохов О. С.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу біології відтворення риб ІГ НАНУ.
- Рабченко О. О.** — аспірантка кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Романюк Н. Д.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка.
- Скакальська О. І.** — науковий співробітник Кременецького ботанічного саду.
- Соколов Є. В.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник ДУ «Інститут морської біології НАН України».
- Хоменчук В. О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Худяш Ю. М.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу біології відтворення риб ІГ НАНУ.
- Швец Г. В.** — молодший науковий співробітник ДУ «Інститут морської біології НАН України».
- Юглічек Л. С.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології Хмельницького національного університету.



**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

Здано до складання 06.12.2016. Підписано до друку 12.12.2016. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 14.6. Обліково-видавничих аркушів — 17.6. Замовлення № 23
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 06.12.2016. Signed for printing 12.12.2016. Format 60 x 84/18. Printing paper.
Number of conventional printing sheets – 14.6. Number of accounted and published pages – 17.6. Order № 23.
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.