

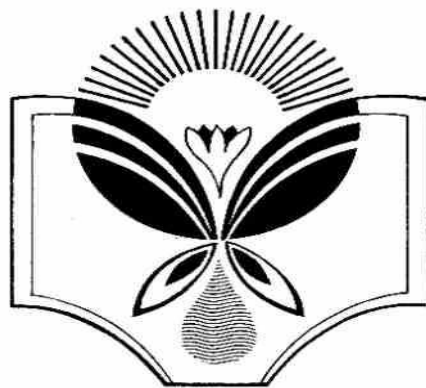


Наукові записки

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка**

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

Серія: біологія



Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2016. — № 2 (66). — 116 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 22.06.2016 р. (протокол № 11)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

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

ББК 28
H 34

Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.
Series: Biology. – 2016. - № 2 (66). – 116 p.

*Published by the decision of the Academic Council
of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
from 22 June 2016 (protocol № 11)*

EDITORIAL BOARD:

M. M. Barna	Doctor of Biological Sciences, Professor (Editor-in-Chief) (Ukraine)
K. S. Volkov	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
V. V. Hrubinko	Doctor of Biological Sciences, Professor (Deputy Editor) (Ukraine)
N. M. Drobyk	Doctor of Biological Sciences, Professor (Deputy editor) (Ukraine)
V. Z. Kurant	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
O. B. Matsiuk	Candidate of Biological Sciences (Responsible secretary) (Ukraine)
V. I. Parpan	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
O. B. Stoliar	Doctor of Biological Sciences, Professor (Ukraine)
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.*

ББК 28
H 34

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

ЗМІСТ

БОТАНІКА

- Т. Л. АНДРІЄНКО-МАЛЮК, Л. С. ЮГЛІЧЕК
РОСЛИННІСТЬ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «МАЛЕ ПОЛІССЯ» 6
- В. О. ВОЛОДИМИРЕЦЬ, С. В. ГУЦМАН, Л. В. ОЙЦЮСЬ
РАРИТЕТНІ ВИДИ РОСЛИН У СКЛАДІ ФЛОРИ МІСТ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ
ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ 14
- О. В. КРАСНОШТАН
ФЕНОМЕН ВІДНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)
НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ВІДВАЛАХ КРИВОРІЖЖЯ..... 21
- Н. В. РУБАНОВСЬКА
НАСІННА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИДІВ РОДУ *ALLIUM* L.
ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ 25

ЕКОЛОГІЯ

- Л. М. БУЦЕНКО, Л. А. ПАСІЧНИК, В. П. ПАТИКА
СКРИНІНГ ПРОДУЦЕНТІВ ТИРОЗИНАЗИ ТА ТИРОЗИНФЕНОЛЛАЗИ СЕРЕД
ШТАМІВ *PANTOEA AGGLOMERANS* 33
- А. І. ГЕРЦ, Н. В. ГЕРЦ
ВИЯВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО
АПАРАТУ РОСЛИН МЕТОДОМ ФОТОРЕЄСТРАЦІЇ СПЕКТРУ
ВІДБИТТЯ СВІТЛА..... 41
- О. В. ПЕТРЕНКО, В. В. АЛЕКСЕЄНКО
УДОСКОНАЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ
V. CHOLERAЕ O1/NON O1 НА ОСНОВІ
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 49
- С. М. РОМАНЧУК
ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
НА АКТИВНІСТЬ β - ГЛЮКОЗИДАЗИ В ПРОРОСТКАХ
ARABIDOPSIS THALIANA (L.) НЕУНН..... 56
- Х. В. ЧЕРЧЕНКО
ВПЛИВ ПРИРОДНОЇ ТА АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НА РІЧКОВІ
ЕКОСИСТЕМИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИАЗОВ'Я..... 62

БІОХІМІЯ

- О. О. ПАСІЧНА, Л. О. ГОРБАТЮК, М. О. ПЛАТОНОВ, О. О. ГОДЛЕВСЬКА
ФОТОСИНТЕЗ І ДИХАННЯ *NAJAS GUADALUPENSIS* (SPRENG.) MAGNUS
ЗА КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ЙОНІВ МІДІ (II) ТА МАНГАНУ (II)
ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА..... 70
- М. І. ХАРІВ, Б. В. ГУТИЙ, О. І. ВІЩУР, І. Є. СОЛОВОДЗІНСЬКА
ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ПЕЧІНКИ У ЩУРІВ ЗА УМОВ ОКСИДАЦІЙНОГО
СТРЕСУ ТА ДІЇ ЛІПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ..... 76

МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

- В. С. ПЕХЕНЬКО
ОСОБЛИВОСТІ МЕТАБОЛІЗМУ АЗОТУ У ХВОРИХ З РЕВМАТОЇДНИМ
АРТРИТОМ, ПОЄДНАНИМ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ТА ЙОГО
ЗМІНИ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ МЕДИКАМЕНТОЗНОЇ ТЕРАПІЇ 85
- Т. О. ТРЕТЯК, О. В. СЕВЕРИНОВСЬКА
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ ПРОФІЛЬ СТУДЕНТІВ ПЕРШОГО КУРСУ
У ПРОЦЕСІ АДАПТАЦІЇ ДО ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ..... 90

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ..... 104

РЕЦЕНЗІЇ

- НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З ДЕКОРАТИВНОЇ ДЕНДРОЛОГІЇ..... 108

АВТОРИ НОМЕРА 113

CONTENTS

BOTANY

- T. L. ANDRIENKO-MALYUK, L. S. YUGLICHEK
 VEGETATION OF THE NATIONAL NATURE PARK "SMALL POLISSIA" 6
- V. VOLODYMYRETS, S. HUTSMAN, L. OYTSIUS
 RARE PLANT SPECIES AS A PART OF URBAN FLORA IN THE EASTERN
 PART OF VOLYN POLISSIA..... 14
- O. V. KRASNOSHTAN
 SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) REGENERATION IN IRON ORE TAILINGS
 OF KRYVYI RIH AREA 21
- N. V. RUBANOVSKA
 SEED PRODUCTIVITY OF GENUS *ALLIUM* L. IN WESTERN PODILLIA 25

ECOLOGY

- L. N. BUTSENKO, L. A. PASICHNYK, V. F. PATYKA
 SCREENING OF PRODUCERS TYROSINASE AND TYROSINEFENOLLIASE
 AMONG STRAINS PANTOEAE AGGLOMERANS..... 33
- A. I. HERTS, N. V. HERTS
 DETECTION OF FUNCTIONAL HETEROGENEITY PHOTOSYNTHETIC
 APPARATUS OF PLANTS BY METHOD OF PHOTOGRAPHIC REGISTRATION
 OF SPECTRUM OF LIGHT REFLECTION 41
- O. V. PETRENKO, V. V. ALEKSEENKO
 ENHANCED LABORATORY DIAGNOSTICS OF
V. CHOLERA O1/NON O1 BASED ON MOLECULAR-GENETIC RESEARCH..... 49
- S. M. ROMANCHUK
 INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON THE β -GLUCOSIDASE..... 56
- KH. V. CHERCHENKO
 NATURAL AND ANTHROPOGENIC INPUTS TO THE WATER ECO-SYSTEM
 TRANSFORMATION NORTH-WESTERN RIVERS OF AZOV BASIN 62

BIOCHEMISTRY

- O. O. PASICHNA, L. O. GORBATYUK, M. O. PLATONOV, O. O. GODLEVSKA
 PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION OF *NAJAS GUADALUPENSIS* (SPRENG.)
MAGNUS UNDER COMBINED INFLUENCE OF COPPER (II) AND
 MANGANESE (II) IONS OF THE AQUATIC 70
- M. KHARIV, B. HUTYI, O. VISHCHUR, I. SOLOVODZINSKA
 FUNCTIONAL STATE OF RAT LIVER UNDER CONDITIONS OF OXIDATIVE
 STRESS AND USE OF A LIPOSOME DRUG PRODUCT 76

PLANT MORPHOLOGY AND HUMAN PHYSIOLOGY

- V. S. PEKHENKO
 FEATURES NITROGEN METABOLISM IN PATIENTS WITH RHEUMATOID
 ARTHRITIS, COMBINED WITH HYPERTENSION AND ITS CHANGES IN
 DIFFERENT TYPES OF MEDICATION. 85
- T. O. TRETIAK, O. V. SEVERYNOVSKA
 PSYCHOPHYSIOLOGICAL PROFILE OF THE FIRST-YEAR STUDENTS IN
 THE PROCESS OF THEIR ADAPTATION TO THE ACADEMIC ENVIRONMENT 90

HISTORY OF SCIENCES. PERSONALIA 104

REVIEWS 108

AUTHORS FEATURED 113

БОТАНІКА

УДК: 502.7(477.43)

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

¹Мезинський національний природний парк
вул. Свердлова, 49 а, с. Свердловка, Коропський р-н, Чернігівська обл., 16212

²Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, Хмельницький, 29016

РОСЛИННІСТЬ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «МАЛЕ ПОЛІССЯ»

Охарактеризовано рослинність національного природного парку «Мале Полісся», який знаходиться в східній частині Малого Полісся (Хмельниччина). Лісистість території становить 60 %. Описано лісову, лучну, болотну, водну та прибережно-водну рослинність парку. Складено карту рослинності. Визначено рідкісні рослинні угруповання.

Ключові слова: Мале Полісся, НПП «Мале Полісся», Хмельниччина, рослинність, флора, раритетні види та ценози

НПП «Мале Полісся» (8762,7 га) створено на території Славутського та Ізяславського районів Хмельницької області у 2013 р. з метою збереження цінних природних комплексів та історико-культурних об'єктів. Парк характеризується високими показниками репрезентативності та унікальності рослинного світу. Мета статті – охарактеризувати рослинність новоствореного парку, визначити раритетні угруповання.

Матеріал і методи досліджень

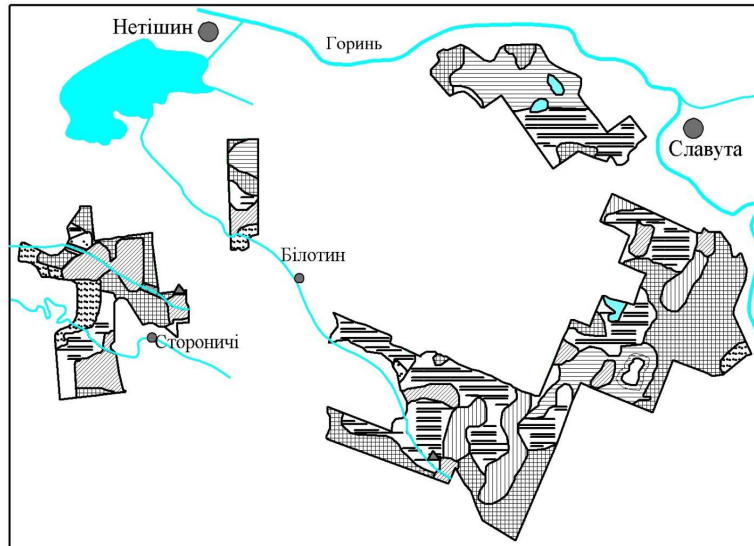
Дослідження здійснювались упродовж 1998-2015 років на території НПП «Мале Полісся», який знаходиться в східній частині Малого Полісся. Застосовувався детально-маршрутний метод. Описи виконувалися за загальноприйнятою методикою домінантної класифікації рослинності. Назви рослин наведені за «Определителем высших растений Украины» (1999) зі змінами. Використані картографічні й таксаційні матеріали.

Результати досліджень та їх обговорення

Територія НПП «Мале Полісся» характеризується малою розораністю, значною залісненістю (до 60 %) і добре збереженими природними комплексами. Її рослинний покрив багатий і різноманітний. Тут сформовані лісова, лучна, болотна, водна та прибережно-водна рослинність. Особливості рельєфу та геологічної будови обумовили розподіл рослинності (рисунок). Переважає лісова рослинність. В лісовому фонді домінують дубово-соснові ліси, значна участь 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 чорновільшняка та ліси з участю *Betula pendula* Roth. Серед деревних порід найменшою є участь *Carpinus betulus* L.

На території парку, як і в цілому в східній частині Малого Полісся, лучна рослинність не займає значних площ. Вона зосереджена в основному в заплаві Горині. Переважають болотисті, торф'янисті луки типового ценотичного та флористичного складу [5].

Загальна площа боліт незначна, проте тут наявні всі типи боліт східної частини Мале Полісся. Евтрофні болота пов'язані в основному з заплавами, мезотрофні та оліготрофні – із заростаючими озерами, на яких утворюють плави. Болотна рослинність цих типів перебуває тут на різних стадіях розвитку. Це рідкісні для Мале Полісся та України утвори, які зберігають різноманітне та специфічне, як ценотичне, так і флористичне, різноманіття. В цілому характер боліт парку має багато спільного з болотами Західного Полісся. Зрідка трапляються карбонатні болота, досить характерні для багатьох територій Мале Полісся.



- 1 - [horizontal lines]; 2 - [horizontal lines, denser]; 3 - [grid]; 4 - [vertical lines]; 5 - [diagonal lines]; 6 - [dots]; 7 - [dots, denser]; 8 - [dots, denser]; 9 - [empty box]; 10 - [triangle]; 11 - [solid grey]; 12 - [solid cyan].

Умовні позначення: 1 – соснові та березово-соснові ліси зеленомохові в комплексі з конвалієво-зеленомоховими та їх похідними злаковими; соснові ліси чорницево-зеленомохові; 2 – дубово-соснові ліси чорницево-зеленомохові та трясуноквидноосокові в комплексі з дубово-грабово-сосновими лісами зірочниковими; грабово-сосновими лісами кислицевими; 3 – дубові, сосново-дубові, грабово-дубові ліси трясуноквидноосокові; дубові ліси ліщиново-орляково-конвалієві в комплексі з ліщиново-зірочниковими та грабово-сосново-дубовими лісами квасеницевими; грабово-дубовими лісами зеленчуковими; 4 – дубові та грабово-дубові ліси волосистоосокові; 5 – вільхові евтрофні ліси в комплексі з вільховими болотами; 6 – пустищні луки; 7 – торф'яністі та болотисті луки в комплексі з чагарниками; 8 – справжні луки; 9 – болота мезо- та оліготрофні; 10 – карбонатні болота; 11 – евтрофні болота; 12 – водні і прибережно-водні угруповання.

Рисунок. Карта-схема рослинності НПП «Мале Полісся»

Водна та прибережно-водна рослинність парку приурочена до русла Горині та озер, яких в цілому на Малому Поліссі мало. Тут вони мають як штучне так і природне післяльодовикове походження. Одне з найбільш відомих та своєрідних – озеро Святе в Ізяславському районі.

Охарактеризуємо рослинні угруповання парку. Лісова рослинність характеризується переважанням дубово-соснових лісів (особливо на території Варварівського лісництва), досить різноманітних за ценотичним складом, що обумовлено геоморфологічними та едафічними особливостями. Формация *Querceto-Pineta* представлена асоціаціями *Querceto-Pinetum hylocomiosum*, *Q.-P. myrtilloso-hylocomiosum*, *Q.-P. rubosum (hirti)*, *Q.-P. myrtillosum*, *Q.-P. franguloso-myrtillosum*, *Q.-P. franguloso-lycopodiosum (annotini)*, *Q.-P. coryloso-vincosum*

(*minori*). Переважають дубово-соснові ліси чорницево-зеленомохові та трясуноквидноосокові в комплексі з дубово-грабово-сосновими лісами зірочниковими; грабово-сосновими лісами кислицевими. Вони розміщуються тут на плескатих верхівках горбів, рівнинних або слабо знижених ділянках з відносно бідними ґрунтами. Деревостан у таких лісах, як правило, двох'ярусний. Перший ярус утворює *Pinus sylvestris* L. з незначною домішкою *Betula pendula*, другий ярус формує *Quercus robur* L. В підліску домінує *Rhamnus frangula* L., зустрічається *Corylus avellana* L. Основу флористичного ядра цих ценозів складають переважно бореальні види з домішкою неморальних. В складі травостою – *Vaccinium myrtillus* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs, *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Majanthemum bifolium* (L.). Групу неморальних видів тут утворюють *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Melica nutans* L., *Aegopodium podagraria* L., *Stellaria holostea* L. тощо.

Найбільш поширеними серед соснових лісів парку є зеленомохові та чорницево-зеленомохові, на більш знижених елементах рельєфу – чорницеві угруповання. Відсутні соснові ліси лишайникові. Соснові ліси зеленомохові займають в масиві найбільш підвищені елементи слабпогорбованого рельєфу та плескати вирівняні ділянки борової тераси Горині. Ценози характеризуються однарусним деревостаном, утвореним переважно *Pinus sylvestris*, віком від 40 років до 90 років. Невелику домішку становлять *Quercus robur*, *Betula pendula*, які займають переважно другий ярус. Підлісок в цих лісах, як правило, не виявлений. Флористичне ядро розрідженого трав'яного покриву утворюють бореальні види, характерні для світлих соснових лісів – *Dryopteris carthusiana*, *Luzula pilosa*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea* L. тощо. На одній з таких ділянок в урочищі Теребіжі зростає рідкісний вид – *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. Проективне покриття мохового ярусу становить в цих ценозах від 70 % до 80 %, його утворюють переважно *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. та *Dicranum rugosum* Hoffm. ex Brid [6, 7].

Досить поширеними на цій території є соснові ліси чорницево-зеленомохові, які розміщуються нижче у рельєфі і характеризуються більшою участю в деревостані дуба звичайного та берези повислої. Вони приурочені до нижніх частин схилів та міжшилових знижень з добре зволженими дерново-підзолистими ґрунтами. Ярус підліску цих лісів, зімкненістю 0,1-0,2, місцями формує *Rhamnus frangula* з домішкою *Sorbus aucuparia* L. Добре сформований трав'яно-чагарничковий покрив утворює *Vaccinium myrtillus*, а на більш знижених ділянках – *Molinia caerulea* (L.) Moench. На сонячних горбках значну домішку складає *Calluna vulgaris* (L.) Hull. Поодинокі трапляється *Pyrola rotundifolia* L., *Orthilia secunda*.

Угруповання соснових лісів чорницевих менш поширені на території парку і представлені тут як чорницевими, так і молінієво-чорницевими ценозами. Нижче в рельєфі на більш зволжених ділянках розміщуються соснові ліси молінієві, для яких характерним є поширення таких видів, як *Vaccinium uliginosum* L., *Ledum palustre* L. Виявлені і невеликі фрагменти регіонально рідкісних ценозів соснових лісів з переважанням в покриві *Lycopodium annotinum* L., занесеного до Червоної книги України. Невеликі ділянки цих лісів відмічені переважно в нижніх частинах схилів та біля озер.

Характерним для масиву соснових лісів, які розміщуються на підвищених світлих ділянках серед мохів, є зростання *Convallaria majalis* L. Конвалія місцями утворює значні плями. Ці ділянки є найбільш флористично багатими. Соснові ліси, які розміщуються біля населених пунктів, характеризуються переважанням похідних асоціацій. Тут внаслідок антропогенного впливу соснові ліси зеленомохові трансформувались в похідні угруповання. Вони мають спрощені склад та будову ценозів, розріджений моховий покрив. Найбільш поширеними в цій групі є угруповання соснових лісів злакових з домінуванням у травостої *Agrostis tenuis* Sibth., рідше – *Festuca ovina* L. Біля населених пунктів виявлені і ділянки соснових лісів з *Rubus hirtus* Waldst. et Kit. Цей центральноєвропейський вид, який в Україні зростає в Карпатах та прилеглих територіях, знаходиться тут на східній межі ареалу, швидко поширюється, займаючи значні ділянки і формує угруповання. В ценозах беруть участь також інші види цього роду – *Rubus caesius* L., *R. nessesensis* W. Hall., *R. idaeus* L. [5].

На території парку відмічені ділянки ценозів *Pinetum pteridiosum*. Вони зростають на рівних ділянках з більш родючими дерново-середньопідзолистими супіщаними ґрунтами. Ці

угруповання характеризуються високопродуктивним деревостаном, в якому переважає *Pinus sylvestris* з домішкою *Quercus robur*, *Betula pendula*.

В комплексі з сосновими лісами чорничево-зеленомоховими розміщуються угруповання березово-соснових лісів. Вони представлені тут переважно асоціацією *Betuleto-Pinetum franguloso-myrtillosum*. Ці ценози є досить поширеними на території парку. Флористичне ядро в них формують бореальні види – *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Rhamnus frangula* L., *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Luzula pilosa*, плямами зустрічається *Lycopodium annotinum*. Покриття мохового ярусу не перевищує 20 %, його утворюють зелені мохи – *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune* Hedw., поодинокі відмічений *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angstr.

Ялина звичайна в природних деревостанах фрагментарно зустрічається в лісах Славуцького ДЛГ.

Відмічені в складі лісової рослинності і ліси формації *Pineto-Querceto-Carpineta*. Вони представлені переважно ценозами асоціацій *Pineto-Querceto-Carpinetum oxalidosum* та *Pineto-Querceto-Carpinetum stellariosum*. Крім домінуючих видів, у трав'яному покриві цих лісів зростають такі неморальні види, як *Asarum europaeum* L., *Carex digitata* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Hepatica nobilis* Mill. Навесні в цих лісах формуються синузії ефемероїдів з переважанням *Anemone nemorosa* L., *Isopyrum thalictroides* L.

Невеликими ділянками зустрічаються дубово-грабові ліси, незначне їх поширення тут пояснюється несприятливими орографічними умовами для зростання *Carpinus betulus* – зниженою поверхнею, застоюванням ґрунтових вод, недостатньою дренажісткістю ґрунтів [4].

Цінні ділянки старого дубово-грабового лісу збереглися на ділянці Нетішинського лісництва. В складі деревостану зростають окремі дуби віком до 200 років, є старі граби. В цих ценозах спостерігається добре відновлення *Carpinus betulus* та *Acer platanoides* L. Це досить темне насадження зімкненістю крон до 0,9. В зв'язку зі значною затіненістю трав'яний покрив в ньому розріджений. В травостої переважають характерні для дубово-грабових лісів рослини – *Stellaria holostea*, *Galeobdolon luteum* Huds., *Aegopodium podagraria*. Як асектатори трапляються *Stachys sylvatica* L., *Polygonatum odoratum*, *Maianthemum bifolium*. Із рідкісних видів відмічена *Lilium martagon* L., занесена до Червоної книги України.

Характерними для території парку є чорновільшняки. Вони не займають значних площ, найчастіше зустрічаються в притерасних ділянках р. Горинь та на ділянці Плужнянського лісництва. Представлені тут асоціаціями *Alnetum athyriosum*, *Alnetum deschampsiosum*, *Alnetum caricosum* (*brisoiditis*). Завдяки обводненості рослинний покрив вільшняків малопорушений. Флористичне ядро утворюють типові види, притаманні чорновільшнякам – *Carex acutiformis* Ehrh., *Carex pseudocyperus* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Thelypteris palustris* Schott. По краю вільшняка виявлений рідкісний вид папороті – *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.

На території парку переважають болотисті, торф'яністі луки типового ценотичного та флористичного складу. Поширені тут болотисті луки з переважанням *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., менше – *G. maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Carex acutiformis* та *Agrostis tenuis*. Значні площі займають торф'яністі луки, які розміщуються як в центральній частині заплави Горині, так і в притерасній, де вони сформувались на місці зведених чорновільшняків. Основу травостою утворює тут *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. Флористичне ядро формують дрібні осоки – *Carex nigra* (L.) Reichard, *C. flava* L., *C. panicea* L. В цих ектопах відмічений *Triglochin palustris* L., значні популяції утворює *Valeriana exaltata* Mikan. Саме на ділянках торф'янистих лук в парку зберігаються популяції лучно-болотних орхідей – пальчатокорінників *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó s.l. та *D. incarnata* (L.) Soó s.l [8].

Характерними для заплави Горині є справжні луки, які представлені тут угрупованнями формацій *Agrostideta tenuis*, *Poeta pratensis*, *Festuceta rubrae*. Рідше зустрічаються угруповання формацій *Festuceta pratensis* та *Alopecureta pratensis*, поширення яких обмежене тут бідністю ґрунтів. Подекуди трапляються ценози, які утворює *Helictotrichon praeustum* (Reichenb.) Tzvel. (біля с. Білотин, на луці над річкою Гнилий Ріг). Виявлені фрагменти остепнених лук на найбільш високих елементах заплави Горині та фрагменти пустищних лук з *Nardus stricta* L. на ділянках міжозерних грив в центральній частині лісового масиву. Значна частина лук в заплаві

Горині, особливо біля м. Славути, трансформована і перебуває на різних стадіях дигресії, має місце розорювання лучних ділянок майже до урізу води. Все це завдає шкоди лучним комплексам.

Болотна рослинність парку характеризується ценотичним різноманіттям та специфічністю. Великі долинні болота відсутні, переважають невеликі улоговинні. Тут наявні болота різних типів – евтрофні, мезотрофні та оліготрофні. Своєрідну ланку в складі болотної рослинності становлять сфагнові – мезотрофні та оліготрофні болота, які утворились шляхом заростання озер і в парку перебувають на різних стадіях розвитку. Тут є болота, що лише почали вступати в мезотрофну стадію, та ті, що досягли в своєму розвитку оліготрофної стадії.

Евтрофні болота – болота багатого мінерального живлення – відмічені в заплаві Горині та на заростаючих озерах Славутського району, де розміщуються в прибережних смугах озер. Серед високотравних частіше зустрічаються угруповання формації *Phragmiteta australis*, місцями зі співдомінуванням *Calamagrostis canescens* (Web.) Roth та *Carex acuta* L.

У притерасних та прируслівих частинах заплави відмічені болотні ценози, в яких домінант – *Glyceria maxima* – формує густий ярус. Другий, розріджений під'ярус утворюють типові види болотного різнотрав'я – *Stachys palustris* L., *Galium palustre* L., *Mentha aquatica* L., *Myosotis palustris* (L.) L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. тощо.

Характерними для дослідженої території є відкриті болота з переважанням осоки – *Carex elata* All., *C. acutiformis*, *C. appropinquata* Schum., *C. vesicaria* L. Флористичне ядро в ценозах осокових боліт утворюють такі гідрофільні види, як *Lysimachia vulgaris* L., *Lythrum salicaria* L., *Ranunculus repens* L., *Caltha palustris* L., *Equisetum fluviatile* L., на більш обводнених ділянках – *Sium latifolium* L., *Roripa amphibia* (L.) Besser тощо.

Характерними для парку є мезотрофні болота, що утворились шляхом заростання озер в центральній частині лісового масиву в Славутському районі. Ділянки їх також є на озері Святе в Ізяславському районі. На таких болотах збіднене мінеральне живлення, наявний торфований поклад. Серед мезотрофних боліт виділяють лісові, пригнічено-рідколісні та трав'яно-чагарничкові. В парку в найбільшій мірі представлені два останні типи [9]. Пригнічено-рідколісні мезотрофні болота відрізняються переважанням *Pinus sylvestris* (висотою до 4 м) з домішкою *Betula pubescens*. В трав'яному покриві переважає основний домінант мезотрофних боліт – *Carex lasiocarpa* Ehrh. Завдяки значній обводненості тут зростають *Phragmites australis* та ряд гідрофільних видів. Саме в таких ектопах виявлено реліктовий болотний вид – *Salix myrtilloides* L. Доповнюють ценотичний склад мезотрофних боліт осоково-сфагнові угруповання з переважанням *Carex lasiocarpa* та *C. rostrata*. Співдомінантами в цих ценозах часто виступають такі бореальні види, як *Comarum palustre* L. та *Menyanthes trifoliata* L. Такі угруповання сформувались на озері Святе. На одному з його берегів утворилось осоково-сфагнове болото, що виникло шляхом заростання озера сфагновим плавом. Утворення мезотрофних боліт шляхом заростання озер сфагновими плавами – це північний шлях, рідкісний для України. Наукову цінність цієї ділянки підвищує виявлене лише тут місцезростання рідкісного реліктового виду – *Scheuchzeria palustris* L. [1].

Оліготрофні болота перебувають в парку на мезо-оліготрофній та найвищій – оліготрофній стадіях розвитку. Угруповання цих боліт розміщуються як на частині окремих боліт, так і займають тут цілі болотні масиви. Одне з найбільших оліготрофних боліт – «Клюквенне поле» – знаходиться у Михельському лісництві Ізяславського ДЛГ. Основна асоціація цього досить значного за площею (60 га) болота – сосново-пухівково-журавлиново-сфагнова. Болото вкрите розрідженою *Pinus sylvestris*, зімкненістю 0,1-0,2, з домішкою *Betula pubescens*. Сосна має тут болотну форму. Суцільний сфагновий покрив формує горби, на яких стелиться *Oxycoccus palustris* Pers. Основу трав'яного покриву утворює *Eriophorum vaginatum* L., купини якої займають до 50 % площі. Співдомінантом виступає *Oxycoccus palustris*. Серед інших видів відмічені *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill. Це рідкісні види для Хмельниччини, вони охороняються в області. Регіонально рідкісними для Хмельниччини також є угруповання оліготрофних боліт [2].

Дуже рідко трапляються карбонатні болота. На березі р. Гнилий Ріг виявлено болото з рідкісним угрупованням, в якому домінують вид Червоної книги *Carex davalliana* Smith (проективне покриття – 40 %) та регіонально рідкісний вид *Eriophorum polystachyon* L. (35 %). Тут зростають види Червоної книги – *Epipactis palustris* (L.) Crantz і *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó s.l. Також відмічені *Equisetum palustre* L., *Molinia coerulea* Moench., *Carex flava* L. та *C. panicea* L., *Filipendula denudata* J. Et C. Presl) Fritsch., *Potentilla erecte* (L.) Rausch., *Veratrum lobellianum* Bernh. та інші.

Водна рослинність парку приурочена до русла Горині, незарослих озер, штучних водойм. Справжня водна рослинність розвивається в умовах невеликої глибини та незначної течії. Її формують угруповання трьох груп формацій: прикріплена рослинність з плаваючими на поверхні води листками, вільноплаваюча рослинність та занурена у воду рослинність. Серед прикріплених видів у парку відмічені рідкісні угруповання формацій *Nymphaeta luteae*, *Nymphaeeta candidae*, *Sparganieta minimi*. Характерними тут є також угруповання рдесників – *Potamogetoneta natantis*, *Potamogetoneta nodosi* та *Potamogetoneta pectinati*, які відмічені в руслі Горині та деяких водоймах парку. Так, угруповання *Potamogetoneta natantis* зростають у слабопроточних водоймах на мілководдях озер і мають вигляд монодомінантних плям. Більш поширені ценози *P. nodosi*, які зустрічаються як в замкнених, так і в проточних водоймах з мулистими донними відкладами. Зрідка в таких ценозах зустрічаються *Utricularia vulgaris* L. та *Sparganium minimum* Wallr. Угруповання *Potamogetoneta pectinati* нерідко зустрічаються вздовж берегів Горині. Серед вільноплаваючої водної рослинності в національному парку відмічені ценози формацій *Lemnea trisulcae*, *Hydrochareta morsus-ranae*, *Spirodeleta polyrrhizae*. Серед занурених у воду рослин угруповання утворюють *Myriophyllum spicatum* L., *Ceratophyllum demersum* L. та *Elodea canadensis* Michx. В цілому водна рослинність різноманітна, в її складі виявлено угруповання, занесені до Зеленої книги України [3].

Прибережно-водна рослинність не займає в парку значних площ, але добре представлена вздовж берегів Горині та інших водойм парку. Домінантами виступають *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris* (L.) Palla, *Typha angustifolia* L. та *T. latifolia* L. Флористичне ядро в прибережних смугах утворюють *Iris pseudacorus* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Equisetum palustre* L., *Lycopus europaeus* L. та ін.

В складі рослинного покриву дослідженої території виявлено угруповання, які занесені до "Зеленої книги України" (2009): *Nymphaeeta candidae*, *Nymphaeta luteae*, *Sparganieta minimi*, *Sagittarieta sagittifoliae*, *Cariceta davalliana*. Ценози формації *Nymphaeeta candidae* – рідкісні зникаючі на території України реліктові угруповання на південній межі ареалу. Невеликими фрагментами відмічені в озері Святе та незарослих озерах урочища Тереміжі. Ценози формації *Nymphaeta luteae* – рідкісні реліктові угруповання, утворені євросибірським видом. Спорадично зустрічаються у водоймах р. Горині. Ценози *Sparganieta minimi* знаходяться в Україні на південній межі поширення. На території парку виявлені в прибережній смузі одного з озер урочища Тереміжі та у замкнутій водоймі на терасі Горині. Фрагменти угруповання *Sagittarieta sagittifoliae* трапляються в непроточних та слабо проточних евтрофних водоймах, зокрема на р. Горинь. Ценози формації *Cariceta davalliana* утворені центральноєвропейським видом осокою Девелла, який занесено до Червоної книги України. На території України знаходяться на східній межі поширення. В парку виявлені біля с. Комини на болоті, що знаходиться на терасі р. Гнилий Ріг.

В складі рослинного покриву парку є регіонально рідкісні угруповання. Це фітоценози *Pinetum franguloso-lycopodiosum (annotini)* та *Querceto-Pinetum franguloso-lycopodiosum (annotini)*, у яких в трав'яному покриві домінує плаун колючий. Вони невеликими фрагментами відмічені у вологих знижених ектопах на торф'янистих ґрунтах у центральній частині парку та біля озер. Угруповання *Querceto-Pinetum coryloso-vincosum*, які знаходяться на північній межі свого поширення, виявлені у Голицькому лісництві Славутського ДЛГ [5]. Займають схили південно-західної експозиції. Ценози характеризуються старим деревостаном, густим трав'яним покривом, в якому основна роль належить *Vinca minor* L. та малою кількістю видів (10-12). Рідкісними є і ценози *Querceto-Pinetum coryloso-convallariosum*, які трапляються незначними за площею плямами.

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що територія НПП «Мале Полісся» характеризується добре збереженими різноманітними природними комплексами, значною залісненістю (до 60 %), багатим і різноманітним рослинним покривом. Переважає лісова рослинність. Домінують ліси формації *Querceto-Pineta*, яка представлена асоціаціями *Querceto-Pinetum hylocomiosum*, *Q.-P. myrtilloso-hylocomiosum*, *Q.-P. rubosum (hirti)*, *Q.-P. myrtillosum*, *Q.-P. franguloso-myrtillosum*, *Q.-P. franguloso-lycopodiosum (annotini)*, *Q.-P. coryloso-vincosum (minori)*. Значною є участь соснових лісів та культури сосни звичайної, які представлені асоціаціями *P. myrtilloso-hylocomiosum*, спорадично – *P. hylocomiosum*, *P. molinioso-hylocomiosum*, зрідка – *P. callunoso-hylocomiosum* та *P. convallarioso-hylocomiosum* біля населених пунктів – *P. ruboso (hirti)-hylocomiosum*. Невеликі площі займають дубові, грабово-дубові, а також похідні від цих лісів. На незначних площах зростають чорновільшнякаи та ліси з участю *Vetula pendula*. Лучна рослинність не займає значних площ, зосереджена в основному в заплаві Горині. Переважають болотисті, торф'янисті луки типового ценотичного та флористичного складу. Боліт небагато, проте наявні всі типи боліт східної частини Малого Полісся. Водна та прибережно-водна рослинність приурочена до русла Горині та озер. На території парку виявлено ряд рідкісних видів рослин та рослинних угруповань. Збереження рослинного покриву є одним із провідних завдань новоствореного національного природного парку «Мале Полісся».

1. 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.
2. Заповідні перлини Хмельниччини / за ред. Т. Л. Андрієнко. — Хмельницький : ПАВФ «Інтрада», 2006. — 220 с.
3. Юглічек Л. С. Водна рослинність східної частини Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Дослідження малих річок: Аналіз, проблеми, пропозиції // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Дослідження, відтворення та охорона малих річок. — Хмельницький : ТОВ "Тріада-М", 2005. — С. 48—52.
4. Юглічек Л. С. Грабово-дубові ліси на межі Малого та Житомирського Полісся / Л. С. Юглічек, В.А. Онищенко // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. Випуск 169. — 2003. — С. 151—161.
5. Юглічек Л. С. Нарис рослинності східної частини Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія : Біологія, 2002. — № 2 (17). — С. 30—36.
6. Юглічек Л. С. Рослинність гідрологічного заказника "Теребіжі" / Л. С. Юглічек // Національні природні парки в екологічній мережі України: [Збірник наукових праць за матеріалами науково-практичної конференції, яка проводилася з нагоди початку робіт зі створення в зоні Малого Полісся Хмельницької області НПП «Озеро Святе» (Хмельницький-Славута, 27 листопада 2001 р.)] — 2001. — С. 21—23.
7. Юглічек Л. С. Соснові та дубово-соснові ліси на межі Малого та Житомирського Полісся / Л.С. Юглічек, В. А. Онищенко // Рослинність хвойних лісів України. [Матеріали робочої наради (Київ, листопад, 2003р.)] — Київ: Фітосоціоцентр, 2003. — С. 233—243.
8. Юглічек Л. С. Центральноєвропейські види східної частини Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Укр. ботан. журн, 2003. — Т. 60. — № 1. — С. 41—47.
9. Юглічек Л. С. Шляхи заростання штучних озер, що утворилися в результаті торфорозробок в східній частині Малого Полісся / Л. С. Юглічек // Науковий вісник НЛТУ України. — 2008. — С. 118—123.

Т. Л. Андриенко-Малюк, Л. С. Югличек

Мезинский национальный природный парк

Хмельницький національний університет

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «МАЛОЕ ПОЛЕСЬЕ»

Дана характеристика растительности национального природного парка «Малое Полесье», который находится в восточной части Малого Полесья (Хмельниччина). Составлено карту растительности. Определены редкие растительные сообщества.

Ключевые слова: Малое Полесье, НПП «Малое Полесье», Хмельницкая область, растительность, редкие растительные сообщества

T. L. Andrienko-Malyuk, L. S. Yuglichek

National nature park "Mezinsky", Ukraine

Khmelnysky National University, Ukraine

VEGETATION OF THE NATIONAL NATURE PARK "SMALL POLISSIA"

Purpose – to characterize the vegetation of the territory of National nature park "Small Polissia". National park (S = 8762,7 ha) was created in 2013. It is located in the eastern part of the Small Polissia (Slavuta and Izyaslav districts of Khmelnytsky region). The researches were conducted during 1998-2015 using route-field floral, geobotanical, population-biological methods, and analysis of literary and herbarium materials. The vegetation of the National nature park "Small Polissia" is characterized. The geobotanical vegetation map of the National nature park is created. Territory is characterized by well-preserved diverse natural systems, large areas of forests (60 %), rich and varied vegetation. The forest vegetation is dominating here. The dominant forest formation is *Querceto-Pineta*. It is represented by associations *Querceto-Pinetumhylocomiosum*, *Q.-P. myrtillosohylocomiosum*, *Q.-P. rubosum (hirti)*, *Q.-P. myrtillosum*, *Q.-P. franguloso-myrtillosum*, *Q.-P. franguloso-lycopodiosum (annotini)*, *Q.-P. coryloso-vincosum (minori)*. Large areas covered forests formation *Pinetasyvestris* (associations *Pinetum hylocomiosum*, *P. myrtilloso-hylocomiosum*, *P. molinioso-hylocomiosum*, *P. ruboso (hirti)-hylocomiosum*, *P. pteridiosum*, *P. myrtillosum*, *P. molinioso-myrtillosum*). Small areas are occupied by forests formation *Querceta roboris* and derivatives of these forests. In small areas forest formation *Alneta glutinosae* is growing. It is represented by association *Alnetuma thyriosum*, *A. deschampsiosum*, *A. caricosum (brisoiditis)*. Among the tree species the smallest part is *Carpinus betulus* L. Meadow vegetation does not occupy large areas, concentrated mainly in the floodplain of Goryn. Park is dominated by wetlands, peaty meadows typical coenotic and floral composition. *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *G. maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Carex acutiformis* Ehrh. and *Agrostis tenuis* Sibth. are dominants of marshy grasslands. Large areas are occupied by peaty meadows, which are placed in a central floodplain Goryn and near terrace. The basis of vegetation is *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. Characteristic for floodplain meadows Goryn is true meadows (formations *Agrostideta tenuis*, *Poeta pratensis*, *Festuceta rubrae*). Formations *Festuceta pratensis* and *Alopecureta pratensis* are less common. This is due to low fertility soils. Sometimes there are communities which are formed by *Helictotrichon praeustum* (Reichenb.). Marsh vegetation of park is characterized by coenotic diversity and specificity. There are different types of marshes available – eutrophic, mesotrophic and oligotrophic. Sphagnum marsh vegetation – mesotrophic and oligotrophic marshes, which are formed by overgrown lakes in the park, are at different stages of development. Very rare calcareous swamp is present. Such swamp has formed on the terrace of the river Gnilyi Rig. *Carex davalliana* Smith dominates in wetland plant communities. It is a rare species, listed in the Red Book of Ukraine. Water vegetation is confined to Goryn, lakes, artificial reservoirs. It is presented by formations *Nymphaeta luteae*, *Nymphaeeta candidae*, *Sparganieta minimi*, *Potamogetoneta natantis*, *P. nodosi*, *P. pectinati*, *Lemnea trisulcae*, *Hydrochareta morsus-ranae*, *Spirodeleta polyrrhizae*. Coastal aquatic vegetation does not occupy large areas of the National park, but well-presented along the banks Goryn and reservoirs. *Phragmites australis* (Cav.), *Scirpus lacustris* (L.) Palla, *Typha angustifolia* L. and *T. latifolia* L. are dominant in these plant communities. Rare plant communities are identified (*Nymphaeeta candidae*, *Nymphaeeta luteae*, *Sparganieta minimi*, *Sagittarieta sagittifoliae*, *Cariceta davalliana*). The park is characterized by relatively unspoiled vegetation, contains a variety of habitats, which leads to significant phytodiversity.

Key words: Small Polissia, National nature park "Small Polissia", Khmelnytsky region, vegetation, rare plant communities

Рекомендує до друку

М. М. Барна

Надійшла 18.05.2016

УДК 581.9 (477.81)

¹В. О. ВОЛОДИМИРЕЦЬ, ²С. В. ГУЦМАН, ²Л. В. ОЙЦЮСЬ¹ Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, Рівне, 33028,² Рівненський державний гуманітарний університет
вул. С. Бандери, 12, Рівне, 33000

РАРИТЕТНІ ВИДИ РОСЛИН У СКЛАДІ ФЛОРИ МІСТ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведена інформація про поширення, умови зростання та стан популяцій раритетних видів рослин у складі флори міст східної частини Волинського Полісся: Березне, Дубровиця, Костопіль, Вараш, Сарни. На території цих міст виявлено зростання 54 видів із 22 родин і 44 родів, серед яких 7 видів занесені до “Червоної книги України” (2009 р.) та 47 видів підлягають регіональній охороні у Рівненській області. Переважна більшість таких видів має тут обмежене поширення, здебільшого вони зустрічаються на околицях міст в місцезростаннях, які подібні природним. Найбільше раритетних видів збереглося у складі лучних і болотних угруповань.

Ключові слова: Волинське Полісся, міста, флора, раритетні види, стан популяцій, охорона

Вступ. В умовах наростаючих темпів антропоїчної трансформації флори, зокрема і під впливом урбанізації, з метою охорони фіторізноманіття необхідно як найбільше залучити для цього збережені природні та напівприродні ділянки. Незважаючи на те, що флора у межах міст значною мірою формується за участю занесених сюди синантропних видів, особливо адвентивних, однак у її складі присутні види, які залишились від попередньої природної флори. Серед останніх можуть зберігатися й рідкісні та малопоширені види, які підлягають охороні на загальнодержавному або регіональному рівнях.

У цьому зв'язку вивчення раритетного компоненту флори міст має важливе теоретичне та практичне значення. Досить важливо проаналізувати умови, за яких раритетні види зберігаються в задовільному стані та повноцінно відтворюються у міському середовищі. Міста, які розташовані у межах східної частини Волинського Полісся, належать до категорії малих, що й зумовлює певні особливості існування рослинних організмів. Тут тіснішим є контакт прилеглих до міст ділянок із безпосередньо міською територією, однак вільні від міської інфраструктури площі, як правило, залучені для сільськогосподарського (присадибні та городні ділянки, пасовища, сіножаті) або рекреаційного використання.

Вивчення флори міст, розташованих у межах Волинського Полісся, у кінці XIX - на початку XX ст. проводили С. Маско, J. Рапес, Й. К. Пачоський. Окремі гербарні зразки С. Маско та J. Рапес, які зберігаються у фондах Рівненського та Волинського краєзнавчих музеїв, представляють флору з території міст, розташованих у досліджуваному регіоні – Костополя, Сарн, Ковеля [5]. Фрагментарні відомості про зростання окремих видів флори на території сучасних міст Полісся наведені Й. Пачоським у його “Флоре ...” [6]. Вказівки про зростання окремих видів у містах регіону містяться в “Флорі УРСР”. В 50-х рр. А.І. Барбарич, у 70-80-х рр. В.В. Протопопова, В.І. Мельник на території окремих міст Волинського Полісся проводили збір гербарію (гербарні зразки зберігаються у фондах КВ і КВНА). Короткий аналіз раритетного компоненту у складі флори зазначених вище міст був представлений у попередній нашій статті [4].

Мета наших досліджень полягала в аналізі поширення, умов зростання та стану популяцій раритетних видів у складі флори міст східної частини фізико-географічної області – Волинське Полісся: Березне, Дубровиця, Костопіль, Вараш (колишня назва Кузнецовськ), Сарни. Всі ці міста, як було зазначено вище, належать до категорії малих міст із промислово-сільськогосподарським спрямуванням, меншою мірою – промисловим.

Матеріал і методи досліджень

Основою для аналізу стали матеріали флористичних досліджень, які проводились упродовж 2005-2015 років на території зазначених вище міст. До складу раритетного фітокомпоненту передусім були включені види флори, що внесені до третього видання “Червоної книги України” (2009 р.) [8], а також види, що підлягають охороні на регіональному рівні. Під час відбору видів, які підлягають охороні у межах Рівненської області, враховувались хорологічні дані (види природної флори, для яких відоме невелике число локалітетів на території області, та які перебувають на межі ареалу), відомості про стан популяцій (популяції яких є малочисельними), а також їхнє екологічне значення та вразливість до антропогенного впливу. Усі виявлені у межах міст раритетні види флори були проаналізовані за категоріями раритетності у масштабах усєї території Рівненської області. Було виділено 4 категорії видів: дуже рідкісні, рідкісні, малопоширені, потенційно вразливі. Аналіз видового складу виконано виключно для територій в адміністративних межах досліджених міст без врахування прилеглої території.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень у складі флори міст було виявлено зростання 54 раритетних видів рослин із 22 родин і 44 родів, що складає приблизно 6 % від загального числа видів, які зростають на території досліджених міст [3]. Водночас ці види представляють майже 13 % усєї раритетної флори Волинського Полісся у цілому [1] або приблизно 11 % усіх раритетних видів рослин, які наводяться для території Рівненської області. Порівняно невеликий відсоток раритетних видів у складі урбанofлори, на нашу думку, пов’язаний із тим, що досліджені міста мають незначну площу й відносяться до категорії малих, а площа непорушених місцезростань тут є досить обмеженою. Для порівняння, у складі флори міст східної частини Малеого Полісся за даними Л.М. Губарь [2] зростає 35 раритетних видів рослин, із яких 14 занесено до “Червоної книги України”, однак автором аналізується й прилегла до міст територія (субурбанозона).

У систематичному відношенні майже усі раритетні види відносяться до відділу *Magnoliophyta* (35 видів із класу *Magnoliopsida* й 17 видів із класу *Liliopsida*), за винятком 2 видів із відділу *Polypodiophyta*. Найчисельніше серед них представлені такі родини, як *Cyperaceae*, *Caryophyllaceae* (по 6 видів), *Asteraceae*, *Poaceae*, *Orchidaceae* (по 5 видів).

Раритетний фітокомпонент дослідженої урбанofлори включає 7 видів (*Silene lithuanica* Zapal. із родини *Caryophyllaceae*, *Astragalus arenarius* L. із родини *Fabaceae*, *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P.F. Hunt et Summerhayes, *D. incarnata* (L.) Soó, що всі відносяться до родини *Orchidaceae* та 4 родів), які занесені до третього видання “Червоної книги України”, та 47 видів з 21 родини та 39 родів, які підлягають регіональній охороні у Рівненській області.

У фітосозологічному відношенні раритетні види, що занесені до “Червоної книги України”, за природоохоронним статусом розподіляються наступним чином: рідкісний – 1 вид, вразливий – 2 види, неоцінений – 4 види. У межах території області ці види мають такі категорії раритетності: рідкісні – 1 вид, потенційно вразливі – 6 видів. Із наведених вище видів лише *Epipactis helleborine* зустрічається на території майже усіх досліджених міст, за винятком м. Сарни. Лише в м. Вараш і м. Сарни виявлено зростання *Astragalus arenarius*. Решта видів були зафіксовані тільки на території одного з досліджених міст: *Silene lithuanica* та *Dactylorhiza majalis* – у м. Вараш, *Neottia nidus-avis* та *Platanthera bifolia* – у м. Костопіль, *Dactylorhiza incarnata* – у м. Дубровиця. За ценотичною приуроченістю переважають сільванти, які об’єднують 3 види, по два види є палюдантами та псамофантами.

Silene lithuanica за природоохоронним статусом є неоціненим видом, у межах території Рівненської області він є потенційно вразливим, розсіяно поширений у межах Волинського та Житомирського Полісся, де зростає в складі псамофітних угруповань на піщаних дюнах, біля доріг, на узліссях. Під час обстежень був виявлений у північно-східній околиці м. Вараш на узліссі соснового лісу як компонент досить розрідженого трав’яного покриву з піщаним дерново-підзолистим ґрунтом; популяція виду налічувала декілька десятків особин із задовільною життєвістю. Особини виду квітували й плодоносили. Проекційне покриття виду на

ділянці складало приблизно 1-2 %. Тут умови зростання його наближені до таких для природних екотопів, помітного антропогенного впливу не відмічено.

Astragalus arenarius за природоохоронним статусом є вразливим видом, у межах території Рівненської області він є рідкісним, обмежено поширений у межах Волинського та Житомирського Полісся, де також зростає у складі псамофітних угруповань на піщаних дюнах, біля доріг, на узліссях. Зростання виду виявлено у м. Вараш і м. Сарни. На території Вараша його локалітет розміщувався у південній околиці міста, де він зростав на середньозволоженой піщаній луці між дорогою та сосновим лісом як компонент розрідженого трав'яного покриву. Тут вид нараховував біля десятка куртин загальною площею приблизно 6 м² із задовільною життєвістю. Особини виду квітували й плодоносили. Проекційне покриття виду на ділянці складало біля 1 %. На території Сарн цей вид розсіяно зростав на узбіччі автомобільних доріг із піщаним ґрунтом. На окремих ділянках він виступав співдомінантом розрідженого трав'яного покриву із проекційним покриттям до 20 %. Тут популяція виду нараховувала понад сотню куртин із задовільною життєвістю. Варто зазначити, що чисельність цієї популяції, за нашими спостереженнями, помітно коливається з року в рік. Ще один локалітет виду був виявлений на узліссі соснового лісу з дерново-підзолистим супіщаним ґрунтом у південно-західній околиці міста, який налічував лише декілька куртин.

Neottia nidus-avis за природоохоронним статусом є неоціненим видом, у межах території Рівненської області він є потенційно вразливим, розсіяно поширений по всій території області, але частіше в її південній та середній частинах, зростає в листяних і мішаних лісах. Локалітет виду був виявлений на північно-західній околиці м. Костопіль у мішаному сосново-дубово-грабовому лісі Костопільського лісництва. На ділянці зростання гніздівки зімкнутість крон становила приблизно 0,7, проекційне покриття травостою – майже 40 % із помітною участю *Asarum europaeum* L., *Anemone nemorosa* L., *Stellaria holostea* L. Тут вид був представлений лише декількома квітучими особинами з проекційним покриттям біля 1 %. Варто зауважити, що *Neottia nidus-avis* в інших відомих локалітетах на території області зустрічається у складі лісових угруповань також із розрідженим або незначним трав'яним покривом.

Platanthera bifolia за природоохоронним статусом є неоціненим видом, у межах території Рівненської області він є потенційно вразливим, розсіяно поширений по всій території області, однак віддає перевагу ґрунтам із присутністю карбонатів, тому найбільша чисельність виду спостерігається в межах Волинської височини; зростає, як правило, у листяних і мішаних лісах, зрідка зустрічається на узліссях або лісових луках. Локалітет виду був виявлений також у північно-західній околиці м. Костопіль у мішаному сосново-дубово-грабовому лісі Костопільського лісництва. На ділянці зростання гніздівки зімкнутість крон становила приблизно 0,8, проекційне покриття травостою – понад 80 % із помітною участю *Aegopodium podagrarium* L., *Anemone nemorosa* L., *Galium odoratum* L., *Melica nutans* L. У виявленому локалітеті було представлено 6 генеративних і 2 віргінільні особини із загальним проекційним покриттям біля 1 %.

Epipactis helleborine за природоохоронним статусом є неоціненим видом, у межах території Рівненської області він є потенційно вразливим, розсіяно поширений по всій території області, але частіше в її лісостеповій частині. Це одна з найпоширеніших лісових орхідей Рівненщини, що зростає як у складі природних угруповань, так і антропогенно трансформованих. Природні місцезростання приурочені до листяних і мішаних лісів, чагарникових заростей, узлісь, лісових лук. У межах населених пунктів зустрічається в парках, придорожніх насадженнях, серед чагарників на берегах водойм. Вид характеризується значною морфологічною мінливістю та широкою екологічною амплітудою щодо освітленості та особливостей ґрунту. Коручка чемерникова була виявлена майже в усіх досліджених містах, окрім м. Сарни. У м. Костопіль цей вид зростав у чагарникових заростях біля р. Замчисько за участю таких видів, як *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Acer negúndo* L., *Euonymus europaeus* L., а також у мішаному лісі на північно-західній околиці міста разом із *Platanthera bifolia*. Найчисельніша популяція, що нараховувала приблизно сотню різновікових особин, була виявлена у розрідженому насадженні природного походження за участю *Populus nigra* L. також на північно-західній околиці міста неподалік ділянки лісу. Частка генеративних особин тут

складала понад 75 %. У складі трав'яного покриву переважали *Lolium perenne* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Agrostis capillaris* L., *Potentilla anserina* L. У м. Березне цей вид розсіяно зростав у парковій частині та у чагарникових заростях біля системи ставів, які сполучені каналами з р. Случ. Під час досліджень на території міста було виявлено 17 генеративних особин виду. У м. Вараш цей вид також зрідка зростав у парковій частині та у північній і північно-східній околицях міста на ділянках, зайнятих мішаним лісом і чагарниковими заростями. Тут було виявлено біля десятка особин виду, переважно в генеративному стані. У м. Дубровиця цей вид був виявлений у складі чагарникових заростей за участю *Salix cinerea* L. та *S. triandra* L., *Swida sanguinea*, *Sambucus nigra* L. біля каналу у південно-західній і східній околицях міста. Тут було відмічено лише 8 генеративних особин. Варто зазначити, що в усіх зазначених містах, за винятком локалітету в околицях м. Костопіль, коручка зростала одинично або невеликими групами по 3-7 особин, із задовільною життєвістю, де переважали генеративні рослини.

Dactylorhiza majalis за природоохоронним статусом є рідкісним видом, у межах території Рівненської області він є потенційно вразливим, розсіяно поширений по всій території області, де зростає на болотах, заболочених або сирих луках, зрідка в заболочених чагарникових заростях. Цей вид був виявлений на невеликій за площею сирій луці, що прилягає до городніх ділянок, у східній частині м. Вараш. Тут зростало лише 7 особин, із яких 3 перебували в генеративному стані. Варто зазначити, що рослини виглядали дещо пригніченими, внаслідок недостатньої зволоженості ґрунту. Ділянка поширення виду характеризувалась трансформованим рослинним покривом із значною участю таких видів, як *Elytrigia repens*, *Agrostis capillaris*, *Potentilla anserina*, *Leontodon autumnalis* L., *Carex hirta* L.

Dactylorhiza incarnata за природоохоронним статусом є вразливим видом, у межах території Рівненської області він також є потенційно вразливим, розсіяно поширений по всій території області, але частіше в її лісостеповій частині. Цей вид пальчатокорінника є найпоширенішим і найчисельнішим із болотних орхідей на території Рівненщини, який зростає в тих самих умовах, що і попередній вид, хоча *D. majalis* займає зволоженіші місцезростання. *D. incarnata* був виявлений на трав'яному низинному, частково осушеному, болоті у південній околиці м. Дубровиця у заплаві р. Горинь. Тут було відмічено майже три десятки особин із задовільною життєвістю, з переважанням генеративних рослин. Проекційне покриття виду на ділянках складало біля 1-2 %. У складі травостою болота помітну фітоценотичну роль відігравали такі види, як *Carex nigra* (L.) Reichard, *Agrostis stolonifera* L., *Ranunculus repens* L., *R. auricomus* L., *Cardamine pratensis* L., *Rorippa palustris* (L.) Besser, *Inula britannica* L. та інші.

Види, що підлягають регіональній охороні на Рівненщині, за категоріями раритетності розподіляються наступним чином: дуже рідкісні – 1 вид (*Teucrium scordium* L.), рідкісні – 23 види (наприклад, *Ceratophyllum submersum* L., *Salix myrsinifolia* Salisb., *Genista germanica* L., *Festuca polesica* Zapal. та ін.), малопоширені – 12 видів (наприклад, *Malva excisa* Reichenb., *Tragopogon ucrainicus* Artemcz., *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link та ін.), потенційно вразливі – 11 видів (наприклад, *Nymphaea candida* J. & C. Presl, *Andromeda polifolia* L., *Verbascum phoeniceum* L. та ін.).

Дуже рідкісним видом ми вважаємо *Teucrium scordium*, який для Рівненської області раніше не вказувався, а нині відомий із території області лише з трьох локалітетів, два з яких знаходяться в заплаві р. Горинь, а третій – у заплаві р. Стир у межах м. Вараш. Тут вид був представлений невеликим числом куртин, однак особини характеризувались задовільною життєвістю, більшість із них генеративні. Він займав заболочену ділянку разом із *Carex acuta* L., *Mentha verticillata* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Myosotis scorpioides* L., *Lycopus europaeus* L.

Із рідкісних видів одиничні локалітети у межах досліджених міст характерні для таких видів, як *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, *Viola ruppii* All., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (м. Вараш), *Aristolochia clematitis* L., *Silene tatarica* (L.) Pers. (м. Сарни), *Holosteum umbellatum* L., *Rosa villosa* L. (м. Березне), *Pyrola media* Sw., *Centaurea phrygia* L. (м. Костопіль).

Dryopteris cristata у вигляді розріджених куртин зростав на частково осушеному трав'яному болоті, що збереглося у східній частині м. Вараш. Разом із ним тут зустрічаються *Andromeda polifolia* та *Salix myrsinifolia*. На цьому ж болоті також була виявлена одна куртина

Viola ruppii (*V. nemoralis* Kütz), яка зростала серед чагарникових заростей за участю різних видів *Salix*. Зростання *Bolboschoenus maritimus* було зафіксоване на заболоченій луці між автодорогою та присадибними ділянками. Тут вид був представлений однією куртиною із задовільною життєвістю з наявними плодоноснимим пагонами. Разом із ним зростали *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus aequalis* Sobol., *Bidens cernua* L., *Mentha arvensis* L., *Ranunculus repens*, *Inula britannica*, *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*. Варто зазначити, що у відомих локалітетах на території Рівненщини, зазначений вид зростає у більш обводнених ектопах. *Aristolochia clematitidis* був виявлений у складі трав'яного ярусу деревно-чагарникових заростей за участю *Salix triandra*, *S. fragilis* L., *S. acutifolia* Willd у південній околиці м. Сарни. У місці зростання було виявлено лише три куртини цього виду. Також у цьому місті у вигляді поодиноких куртин була зафіксована *Silene tatarica* у складі розрідженого трав'яного покриву на піщаних наносах заплави р. Горинь. Особини виду характеризувались задовільною життєвістю, цвіли та плодоносили. *Rosa villosa* зростала у парковій частині м. Березне у складі розріджених чагарникових заростей за участю *Swida sanguinea*, *Acer negundo*, *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L. Тут вид був представлений приблизно десятком кущів, які зростали невеликими групами на ділянках із достатнім освітленням. Особини виду цвіли та плодоносили. Варто зазначити, що в межах Рівненської області *R. villosa* відома лише з декількох місцезростань на території Житомирського Полісся. *Holosteum umbellatum* зрідка зустрічається переважно у південній частині області. Невелика популяція цього виду була виявлена на середньозволоженой луці із супіщаним ґрунтом у східній частині міста Березне. *Pyrola media*, яка є рідкісним видом на території Рівненщини, у вигляді двох розріджених куртин зростала у північно-західній околиці м. Костопіль у мішаному сосново-дубово-грабовому лісі Костопільського лісництва поряд із *Platanthera bifolia*. Також на узліссі зазначеного лісового масиву була виявлена *Centaurea phrygia*, яка тут нараховувала чотири генеративні пагони.

Варто зазначити, що практично усі наведені вище види представлені на території досліджених міст невеликим числом особин, більшість із яких генеративні. Загалом майже 80 % усіх виявлених раритетних видів, які підлягають регіональній охороні, мають тут обмежене поширення й відомі з 1-4 місцезростань.

Хорологічний аналіз свідчить, що найбільше число раритетних видів регіональної охорони зростає на території м. Вараш (29 видів) та м. Костопіль (19 видів). На території решти міст виявлено зростання 10 і менше таких видів. Водночас 39 видів або 83 % загального числа раритетних видів зростають лише у межах одного міста.

За ценотичною приуроченістю серед виявлених видів, які підлягають регіональній охороні, переважають пратанти (16 видів) та палюданти (12 видів). Менше число видів приурочене до лісових ценозів (6 видів) і піщаних угруповань (7 видів). Типові водні та синантропні види, а також види чагарникових заростей об'єднують по декілька видів. Така структура в основному відповідає співвідношенню площ, зайнятих природною та напівприродною рослинністю, за винятком трансформованих ектопів, де виявлено 2 раритетні види. У цілому переважне число раритетних видів зосереджується на околицях міст – на ділянках, які межують із прилеглою до міста територією, меншою мірою – у складі угруповань зелених зон міст або на невеликих за площею ділянках із відносно збереженими ектопами.

Співставлення отриманого переліку раритетних видів флори досліджених міст із даними, що наводились у працях ботаніків кінця XIX-початку XX ст., дає підстави говорити про зникнення окремих видів. Так, не вдалося підтвердити зростання тут таких видів, як *Rubus chamaemorus* L. (він взагалі зник із флори України), *Aldrovanda vesiculosa* L., які наводив І.Ф. Шмальгаузен для м. Дубровиця [9, 10], *Moneses uniflora* (L.) A. Gray, *Melica ciliata* L., *Drosera rotundifolia* L., *Scorzonera humilis* L., які наводив Й.К. Пачоский також для м. Дубровиця [6]. *Silene lithuanica* Zapal. не виявлена на території м. Костопіль, хоча відомі гербарні зразки цього виду, зібрані S. Маско.

Потрібно однак зауважити, що у територіальному відношенні старі вказівки на зростання певного виду у конкретному місті, найімовірніше, стосуються не лише безпосередньої території міста, але й значної площі прилеглої до нього території. Це не завжди дозволяє

об'єктивно встановити реальне зростання у минулому кожного з наведених авторами видів на території міст регіону. Зникнення багатьох видів пов'язане, передусім із трансформацією відповідних екоотпів, які були придатні для існування цих видів. Так, унаслідок осушення майже повністю зникли з міст і прилеглої до них території болота, які нині перетворені у присадибні ділянки, пасовища, у кращому випадку – у сіножатті. Із масивів лісів залишилися лише невеликі ділянки, в основному лісових культур. Глибокої трансформації зазнали лучні угруповання.

Висновки

Отже, незважаючи на трансформацію рослинного покриву у процесі урбанізації, флора досліджених міст включає раритетні види рослин, хоча їхня частка у загальному видовому складі є невисокою. Ці види в основному приурочені до місцезростань із природною або напівприродною рослинністю. Тому для збереження раритетного фітокомпоненту варто приділяти більше уваги охороні непорушених ділянок. Необхідно забезпечити збереження фрагментів корінної рослинності, які ще залишилися у межах міст, від їхньої поступової деградації.

Доцільно створити ботанічну пам'ятку місцевого значення у східній околиці м. Вараш, де ще збереглася невелика ділянка, орієнтовною площею біля 1,5 га, що зайнята збереженими у задовільному стані болотними та лучними угрупованнями. Тут зростають такі види, як *Dactylorhiza majalis*, *Carex flacca* Scheb., *C. paniculata* L., *C. lasiocarpa* Ehrh., *Salix myrsinifolia*, *Andromeda polifolia*, *Dryopteris cristata*. Заслужує на увагу ділянка листяного лісу у північно-західній околиці м. Костопіль, де зростають *Neottia nidus-avis* та *Platanthera bifolia* разом із видами, які підлягають регіональній охороні. Цю ділянку можна було б долучити до розташованої поруч ділянки Костопільського лісництва з метою створення лісового заказника місцевого значення. Потрібно контролювати також стан популяції *Epipactis helleborine*, що представлена у північно-західній околиці міста.

На нашу думку, доцільно доповнити існуючий “Перелік регіонально рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин на території Рівненської області” [7], який був затверджений Рівненською обласною радою в 2009 р. іншими раритетними видами, зокрема тими, що були виявлені на території міст: *Teucrium scordium*, *Aristolochia clematitis*, *Holosteum umbellatum*, *Spergula morisonii*, *Silene tatarica*, *Pyrola media*, *Viola ruppilii*, *Salix myrsinifolia*, *Sempervivum ruthenicum* (W.D.J. Koch) Schnittsp. & C.B. Lehm., *Rubus hirtus* Waldst. & Kit., *Rosa tomentosa*, *Genista germanica*, *Nepeta pannonica* L., *Centaurea phrygia*, *Carex lasiocarpa*, *Avenella flexuosa* (L.) Drejer, *Scolochloa festucacea*.

1. Баранський О.Р. Рідкісні та зникаючі види флори Волинського Полісся (хорологія, еколого-ценогичні особливості, охорона): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / О.Р. Баранський. — К., 2005. — 20 с.
2. Губарь Л.М. Урбанофлора східної частини Малого Полісся (на прикладі Острога, Нетішина, Славути та Шепетівки): дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 / Л.М. Губарь. — К., 2006. — 305 с.
3. Гуцман С.В. Флора міст східної частини Волинського Полісся: дис. ... канд. наук: 03.00.05 / С.В. Гуцман. — К., 2013. — 286 с.
4. Гуцман С.В. Раритетний компонент флори міст поліської частини Рівненської області / С.В. Гуцман, В.О. Володимирець // Агроекологічний журнал. — Спец. вип. — 2009. — С. 106—108.
5. Олешко В.В. Каталог гербарію Стефана Мацка та Йозефа Панека / В.В. Олешко, Л.А. Савчук, Т.П. Андреева. — Луцьк: [б. в.], 2005. — 582 с.
6. Пачоский И.К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И.К. Пачоский // Труды С.-Петербургского о-ва естествоиспытателей. — 1897. — Т. 27, Вып. 2. — 103 с.; 1899 — Т. 29, Вып. 3. — 113 с.; 1900. — Т. 30, Вып. 3. — 259 с.
7. Рішення Рівненської обласної ради від 27 березня 2009 року № 1196 “Про затвердження Переліку регіонально рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин на території Рівненської області та Положення до нього”.
8. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
9. Шмальгаузен И.Ф. Флора Средней и Южной России, Крыма и Среднего Кавказа / И.Ф. Шмальгаузен. — К., 1895. — Т. 1. — 468 с.; 1897. — Т. 2. — 752 с.

10. Шмальгаузен И.Ф. Флора Юго-Западной России, т.е. Губерний: Киевской, Волынской, Подольской, Полтавской, Черниговской и смежных местностей. Руководство для определения семенных и высших споровых растений / И.Ф. Шмальгаузен. — К., 1886. — 783 с.

V. A. Володимирец, С. В. Гуцман, Л. В. Ойцюсь

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

Ровенский государственный гуманитарный университет

РАРИТЕТНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ В СОСТАВЕ ФЛОРЫ ГОРОДОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛЫНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Приведена информация о распространении, условиях произрастания и состоянии популяций раритетных видов растений в составе флоры городов восточной части Волынского Полесья: Березно, Дубровица, Костополь, Вараш, Сарны. На территории этих городов отмечено произрастание 54 видов из 22 семейств и 44 родов, среди которых 7 видов внесены в "Красную книгу Украины" (2009 г.) и 47 видов подлежат региональной охране в Ровенской области. Подавляющее большинство таких видов имеет ограниченное распространение, в основном они встречаются в окрестностях городов в условиях, подобных естественным. Больше раритетных видов сохранилось в составе луговых и болотных сообществ.

Ключевые слова: Волынское Полесье, города, флора, раритетные виды, состояние популяций, охрана

V. Volodymyrets, S. Hutsman, L. Oytisius

National University of Water Management and Nature Resources Use, Ukraine

Rivne State Humanitarian University, Ukraine

RARE PLANT SPECIES AS A PART OF URBAN FLORA IN THE EASTERN PART OF VOLYN POLISSIA

Urban flora contains rare species as well as those that have a limited spread. They are mostly remnants of the flora of former times. The present research focuses on the analysis of the species listed in "Red Book of Ukraine" and the ones under the legal protection of local authorities. The analysis of the above mentioned species was carried out solely within the administrative boundaries of Rivne region.

Here is some information on distribution, growth conditions and state of populations of rare plant species of urban flora in the eastern part of Volyn Polissia: Berezne, Dubrovytsia, Kostopil, Varash and Sarny. These towns are small in size and are mainly industrial and agricultural in nature. In the territory of these towns there are 54 species from 22 families and 44 genera, 7 of them (*Silene lithuanica*, *Astragalus arenarius*, *Neottia nidus-avis*, *Epipactis helleborine*, *Platanthera bifolia*, *Dactylorhiza majalis*, *D. incarnata*) are listed in the "Red Book of Ukraine" (2009) and 47 others are under regional protection of Rivne region. The towns under analysis represent almost 13 % of the whole rare flora in Volyn Polissia. Most of the rare species belong to Magnoliophyta (Magnoliopsida class – 35 species, Liliopsida class – 17 species). Two species belong to vascular spore plants. The most numerous families are *Cyperaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae* and *Orchidaceae*. Within the region there is one specimen of rare species, 24 rare species, 12 species of limited spread and 17 potentially vulnerable species. Special attention should be paid to the protection of *Teucrium scordium*, *Viola ruppilii*, *Pyrola media*, *Dryopteris cristata*, *Bolboschoenus maritimus* (Varash), *Aristolochia clematitis*, *Silene tatarica* (Sarny), *Holosteum umbellatum*, *Rosa villosa* (Berezne) and *Centaurea phrygia* (Kostopil) have individual localities in the given towns. The vast majority of these species is limited in number. Mostly, these species are found in the suburbs growing under conditions similar to their natural habitats. The greatest number of rare species covers the territory of Varash (33 species) and Kostopil (22 species). Most species are not numerous. Almost 80 % of regional protection has a limited spread here and 1-4 habitats. Most rare species are preserved in meadows and boggy places. Decreased number of population or disappearance of flora species is caused, first of all, by ecotypes transformation fostered by urbanization. Swamps disappeared because of draining, forest plantations were cut down, grasslands turned in pastures and hayfields. Such species as *Rubus chamaemorus*, *Moneses uniflora*, *Melica ciliata*, *Drosera rotundifolia*, *Scorzonera humilis*

(Dubrovysya), *Silene lithuanica* (Kostopil) disappeared altogether. There is a growing need to protect these areas in order to preserve a rare phytocomponent. It is advisable to create new sites for the protection of rare flora species around the towns of Varash and Kostopil.

Key words: Volyn Polissia, cities, flora, rare species, state of populations, protection

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 28.04.2016

УДК 581.52:634.942:631.619 (477.63)

О. В. КРАСНОШТАН

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089

ФЕНОМЕН ВІДНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ВІДВАЛАХ КРИВОРІЖЖЯ

Досліджено структуру самосіву *P. sylvestris* навколо 30-річних насаджень на одному із залізорудних відвалів Криворіжжя, а також на другому відвалі, де самосів утворюється внаслідок заносу насіння з прилегло до цього соснового насадження. Встановлено, що відновлення *P. sylvestris* з різною інтенсивністю відбувається практично щорічно вже більше 10 років. Найбільш поширеними серед самосіву на обох відвалах були 2-6-річні рослини, кількість яких в окремих оселищах становила 5-27 особин на 100 м². Загалом площа самосіву у *P. sylvestris* на схилах і бермах Петровського відвалу становила 2 га, а окремі дерева 15-20-річного віку досягали в висоту 12-15 м з діаметром до 25 см на рівні 130 см. У 12-15-річних дерев самосіву формується у середньому 16,4 шт. повноцінного насіння на одну шишку. Генетична структура самосіву, яку визначали за допомогою 18 алозимних локусів 8 ферментних систем, була близька до врівноваженої згідно закону Харді-Вайнберга. Алельне різноманіття самосіву було меншим, склавши у середньому 2,333 алелі на локус, порівняно з природними популяціями *P. sylvestris* степової зони – 2,944 алелі. В той час наявна гетерозиготність самосіву і природних популяцій була близькою, відповідно 0,231 і 0,227. Відновлення *P. sylvestris* відбувається також за рахунок насіння самосіву, рослини якого формують шишки у віці 7-8 років. Тому колонізацію *P. sylvestris* двох відвалів слід розглядати як процес формування локальних популяцій цього виду за межами природного ареалу на докорінно змінених техногенних територіях.

Ключові слова: Pinus sylvestris L., самосів, вікова і генетична структура, залізорудні відвали, Криворіжжя

В озелененні залізорудних відвалів Криворіжжя більше 30 років використовують різні види хвойних. Одним із найбільш перспективних видів є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), насадження якої зустрічаються на двох відвалах, навколо цих насаджень утворюється самосів *P. sylvestris*, а інші відвали насіння заноситься з прилеглих до відвалу насаджень. Так, наприклад, природна колонізація *P. sylvestris* з найбільшою очевидністю відбувається на великому Петровському відвалі, де цей вид ніколи не висаджується. Насіння природнім шляхом потрапляє на цей відвал з 35-40 річного насадження *P. sylvestris*, яке знаходиться по смузів відвалу (Коршиков, Красноштан, 2012).

Насінневе відновлення виду за межами його природного ареалу розглядається як натуралізація. Такі види можуть утворювати інтродукційні популяції (Некрасов, 1973). В популяціях натуралізованих інтродуцентів, які здатні до самозахвату нових територій, під впливом природного добору або невеликої чисельності вихідного рослинного матеріалу

можуть відбуватись адаптивні здвиги за рахунок підвищення концентрації найбільш стійких особин, що може призвести до змін в генетичній структурі порівняно з континуальним природними популяціями (Актуков, 2003). Утворення популяцій деревних рослин на великих породних промислових відвалах Степової зони може розвиватися по типу «острівних» популяцій. Інтродукція фактично є географічною ізоляцією невеликої кількості особин або малого фрагменту популяції в нових умовах існування за межами природного ареалу (Коршиков и др., 2002). Виникнення локальних популяцій деревних рослин на промислових відвалах Степу, де виживають найбільш стійкі здатні до адаптації особини, є унікальним маловивченим феноменом.

Мета роботи – визначити структуру самосіву *P. sylvestris* на залізорудному відвалі Криворіжжя з позицій популяційної біології та генетики.

Матеріал і методи досліджень

Структуру самосіву вивчали навколо існуючих 25-30-річних невеликих насаджень *P. sylvestris* (0,1 га) на одному із залізорудних відвалів – Автовідвалі м. Кривий Ріг.

Другим об'єктом був самосів *P. sylvestris* на великому (50 га) Петровському залізорудному відвалі, який знаходиться в сільській місцевості. Самосів *P. sylvestris* утворюється на цьому відвалі внаслідок заносу насіння з 40-річного насадження *P. sylvestris*, яке знаходиться на відстані 100-300 м від відвалу. Досліджували площу окремих мікросайтів самосіву, визначили його вік, щільність рослин на 100 м², біометричні характеристики: висоту, діаметр біля кореневої шийки, розміри цьогорічного приросту головного та бокових пагонів, а також життєвий стан молодих дерев. У якості порівняльного контролю використовували самосів, який утворюється на згарищах природної популяції *P. pallasiana* поблизу с.м.т. Нікіта в Криму. При вивченні генетичної структури самосіву на залізорудному відвалі і на згарищах, а також в природній популяції *P. pallasiana* в Криму, в якості генетичних маркерів застосовували ізоферменти 9 ферментних систем. Застосовували методики виділення ферментів із ендосперму насіння, їх електрофорезу у 7,5 %-вому поліакриламідному гені, визначення алельного складу та статистичної обробки даних згідно детальних описів, що наведені у монографії І.І. Коршиков та ін. 2002.

Результати досліджень та їх обговорення

Посадки *P. sylvestris* були проведені на одному невеликому залізорудному відвалі – Автовідвал біля 30 років тому. Сіянци були заведені із розсадників Дніпропетровської області. Через 30 років на схилах Автовідвалу збереглося від 13 до 22 рослин на 100 м². Площа насаджень *P. sylvestris* невелика – 350-1200 м², а вік рослин становить 17-22 роки. У цьому віку рослини досягають висоти 6,2-6,9 м з діаметром стовбура на висоті 130 см – 11,8-18,8 см. Крона рослин має діаметр 3,7-4 м, з доброю охвоїнністю і високим життєвим станом. 25-річні рослини *P. sylvestris* дендрарію Криворізького ботанічного саду НАН України мали в середньому висоту 9,3 м з діаметром стовбура 20,1 см проекцією крони 4,7 см, а насадження лісостепу 30-40-річні рослини досягають в висоту 11,6-14,4 м з діаметром стовбура в 11,6-14,6 см (Рубцов та ін., 1976). Тобто можна констатувати, що ріст *P. sylvestris* в висоту на залізорудному відвалі пригнічений, а радикальний приріст рослин нормальний. Навколо насаджень *P. sylvestris* на Автовідвалі зустрічається самосів різного віку, який розповсюджується до 100 м від материнських дерев. Самовідновлення *P. sylvestris* в насадженнях степової зони досить рідке явище, а на залізорудних відвалах Криворіжжя, де є насадження репродуктивного віку, це відбувається практично щорічно.

На двох залізорудних відвалах, які обстежувались, знайдено вісім оселищ *P. sylvestris*, як на їхніх вершинах, так і на різних за географічним положенням, схилах та бермах. Площа цих оселищ самосіву *P. sylvestris* становила від 350 м² до 10000 м² з кількістю рослин 5-26,7 на 100 м². Найбільш поширеним серед самосіву були 2-6-річні рослини. На великому за площею Петровському відвалі зустрічались окремі дерева природного поселення, вік яких становив 20 років. Так як ці дерева давно досягли репродуктивного віку, про що свідчить опад шишок під їхньою кроною, то вони стали осередками поширення насіння *P. sylvestris* на відвалі. Загальна

площа всіх осередків або мікросайтів поселення *P. sylvestris* на Петровському відвалі становила близько 2 га.

Насінневе відновлення *P. sylvestris* на відвалах відбувається щорічно, однак кількість самосіву різна. Це, вірогідно, пов'язано з високою гетерогенністю едафічних умов на відвалі. Значна частина насіння потрапляє в мікроніши, несприятливі для проростання та подальшого розвитку. На інтенсивність самовідновлення впливають кліматичні умови, особливо наявність достатньої кількості вологи в породі відвалу в період набухання насіння та наступного ювенільного розвитку проростків.

П'ятирічні рослини *P. sylvestris* в різних оселищах мали висоту 41-89 см з діаметром стовбура у кореневої шийки 0,8-1,5 см. Річний приріст головного пагона становив 13,5-29,3 см, а бокових – 8,6-19,8 см. Десятирічні рослини самосіву досягли в висоту 254-275 см з діаметром стовбура у кореневої шийки – 3,1-5,1 см.

Відновлення *P. sylvestris* на залізорудних відвалах Криворіжжя свідчить, що в цих умовах рослини здатні формувати врожай повноцінного насіння. Реальну насінневу продуктивність рослин можна оцінити по кількості реплік в продуктивних лусках шишок в опаді навколо кожної рослини (Романовский, 1989). Слід відзначити, що нормальні репліки на продуктивних лусках шишок утворюють як повнозернисті, так і пусті насінини. Згідно з цього у репродуктивних рослин *P. sylvestris* в насадженнях авто відвалу середня кількість реплік на одну шишку варіювала в межах 11,3-23,9 шт. Реальна кількість повнозернистого насіння у 10-16-річного самосіву *P. sylvestris* на Петровському відвалі складала 16,4 шт. в один із років спостережень, пустого – 5,2 шт. і недорозвиненого – 4,1 шт. середня кількість такого насіння в шишках рослин природних популяцій та насаджень навколо м. Северодонецька впродовж трьох річних спостережень змінювалась в межах 7,9-23,9 шт. (Коршиков, 1996). Тобто, самосів *P. sylvestris* на залізорудних відвалах відзначається практично нормальною насінневою продуктивністю, що і рослини звичайних насаджень степової зони.

В умовах дії екстремальних факторів природного середовища в популяціях відбувається відбір на користь генотипів з високим адаптивним потенціалом. Порівняльні дослідження генетичної мінливості самосів *P. sylvestris* на Автовідвалі і Петровському відвалі, порівняно з чотирма природними популяціями степової зони України, свідчать, що у самосіву дещо менша доля поліморфних локусів, відповідно 66,7% і 77,8% та середня кількість алелів на локус – 2,333 : 2,944. Середня наявна гетерозиготність у рослин самосіву була 0,231, а у більш вікових дерев популяції – 0,227. Так як у відновленні *P. sylvestris* на залізорудних відвалах приймають участь не тільки рослини штучних насаджень, а і їхній самосів, коли рослини досягають репродуктивного віку (в умовах відвалів на 7-8-й рік), то ці деревостани стали фактично природного походження можна розглядати як локальні природні популяції. Генетична структура цих популяцій не має явних зміщень і близька згідно закону Харди-Вайнберга до рівновісної. Можна стверджувати, що локальні невеликі популяції *P. sylvestris* на залізорудних відвалах не проходять жорсткого відбору по типу «горлишко-пляшка». Для формування невеликих популяцій *P. sylvestris* на відвалах з врівноваженою генетичною структурою непотрібно велика кількість вихідних материнських генотипів.

Висновки

1. На залізорудних відвалах Криворіжжя успішно ростуть насадження *P. sylvestris*, які були створені 20-30 років тому.
2. Рослини насаджень сосни формують врожай повноцінного насіння, з якого відбувається самовідновлення цього виду майже щорічно. Самосів утворюється на відстані до 100 метрів навколо материнських дерев.
3. *P. sylvestris* проникає на залізорудні відвали Криворіжжя за рахунок заносу насіння з прилеглих до відвалів штучних насаджень. Така колонізація відвалу, наприклад Петровського, призводить до формування локальної ізольованої популяції цього виду. Молоді рослини самосіву відзначаються добрим життєвим станом.
4. Генетична різноманітність локальних невеликих популяцій *P. sylvestris* на двох залізорудних відвалах мало відрізняється від природних популяцій цього виду в степовій зоні України.

5. В озелененні залізорудних відвалів Криворіжжя необхідно застосовувати *P. sylvestris* як стійкий довговічний вид в цих умовах, який здатний самовідновлюватись і колонізувати вільні ділянки відвалів.
1. *Биологическая* продуктивность сосны в лесостепной зоне / [В.И. Рубцов, А.И. Новосельцева, В.К. Попова и др.]. — М.: Наука, 1976. — 223 с.
 2. *Романовський М.Г.* Гаметофитная смертность семян сосны обыкновенной / М.Г. Романовський // Генетика. — 1989. — Т.25, № 1, С. 99—108.
 3. *Коршиков И.И.* Адаптация растений к условиям техногенного загрязнения среды / И.И. Коршиков. — К.: Наук. Думка, 1996. — 238 с.
 4. *Некрасов В.И.* Основы семеноведения древесных растений при интродукции / В.И. Некрасов. — М.: Наука, 1973. — 279 с.
 5. *Актуков Ю.П.* Генетические процессы в популяциях (2-е изд.) / Актуков Ю.П. — М.: «Академперіодика, 2003. — 431 с.
 6. *Коршиков И.И.,* Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции / Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. — Донецк: ООО «Лебедь», 2002. — 328 с.

О. В. Красноштан

Криворожский ботанический сад НАН Украины

ФЕНОМЕН ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫЧНОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛАХ КРИВОРОЖЬЯ

Исследована структура самосева *Pinus sylvestris* L. вокруг 30-летних насаждений на одном из железорудных отвалов Криворожья, а также на втором отвале, где самосев образуется в результате заносу семян с прилегающего до этого соснового насаждения. Установлено, что возобновление *P. sylvestris* с разной интенсивностью происходит практически ежегодно уже больше 10 лет. Наиболее распространенными среди самосева на обоих отвалах были 2-6-летние растения, количество которых в отдельных произрастаниях представляли 5-27 особей на 100 м². В целом площадь самосева в *P. sylvestris* на склонах и бермах Петровского отвала представляла 2 гектара, а отдельные деревья 15-20-летнего возраста достигали в высоту 12-15 м с диаметром до 25 см на уровне 130 см. У 12-15-летних деревьев самосева формируется в среднем 16,4 шт. полноценных семян на одну шишку. Генетическая структура самосева, которую определяли с помощью 18 аллозимных локусов 8 ферментные системы, была близка к уравновешенной согласно закона Харди-Вайнберга. Аллельное многообразие самосева было меньшим, сложив в среднем 2,333 аллели на локус, сравнительно с естественными популяциями *P. sylvestris* степной зоны - 2,944 аллели. В то время имеющаяся гетерозиготность самосева и естественных популяций была близкой, соответственно 0,231 и 0,227. Возобновление *P. sylvestris* происходит также за счет семян самосева, растения которых формируют шишки в возрасте 7-8 лет. Поэтому колонизацию *P. sylvestris* двух отвалов следует рассматривать как процесс формирования локальных популяций этого вида за пределами естественного ареала на коренным образом измененных техногенных территориях.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., самосев, возрастная и генетическая структура, железорудные отвалы, Криворожье

О. V. Krasnoshtan

Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine, Ukraine

SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) REGENERATION IN IRON ORE TAILINGS OF KRYVYI RIH AREA

For over 30 years various conifers have been used for planting in the iron ore tailings in Kryvyi Rih area. One of the the most productive species is Scots pine (*P. sylvestris*); its plantings cover two mine dumps and are found growing by natural regeneration as a result of self-seeding. These volunteer plants produce seeds floating to the adjacent dumps. The process of a species regeneration outside its habitat is considered as its naturalization. Such species may produce introduction populations.

This paper intends to examine self-seeding plantings of *P. sylvestris* in the iron ore tailings of Kryvyi Rih area within the framework of population biology and genetics. We have focused on the study of self-seeding individuals of *P. sylvestris* growing around 30-year-old plantings and covering the mine dump of Kryvyi Rih area as well another dump with self-set plants sown from seeds floated in from the adjacent conifer woodland. The isoenzymes of 8 enzyme systems have been used as genetic markers.

The obtained results make it possible to argue that *P. sylvestris* has been regenerated annually for over 10 years. Out of a variety of self-seeding individuals the most widespread plants were 2–6-year-olds; their number in several habitats reached 5–27 individuals per 100 m². In general, the area occupied by self-seeding individuals of *P. sylvestris* covering berm slopes and flats of the dump was 2 ha large; several 15–20-year-old trees were 12–15 m high with diameter of as much as 25 cm at the 130 cm level. The intensity of regeneration is conditioned by the climate and the weather, especially sufficient moisture quantity in dump rocks during the period of seed swelling and further juvenile development of seedlings.

Young plants of *P. sylvestris* enter the reproductive phase at the age of 7 or 8. Older trees produce on the average 16.4 full value seeds per a cone. The study demonstrates that the genetic structure of self-seeding plants measured by 18 allozyme loci of 8 enzyme systems is close to equilibrium structure according to Hardy-Weinberg principle. Allele diversity of self-seeding individuals is not so wide and it equals 2.333 alleles per a locus whereas one of *P. sylvestris* natural populations is 2.944 alleles per a locus. However, the heterozygosity of self-seeding individuals and those of natural populations is similar: 0.231 and 0.227 respectively. The regeneration of *P. sylvestris* is fostered by the seeds produced by self-seeding individuals forming cones at the age of 7–8. Therefore, colonization of *P. sylvestris* in both mine dumps is to be considered as the formative process of local populations of this species in drastically changed technogenic territories outside its habitat. To form the small populations of *P. sylvestris* even a few maternal genotypes are enough.

Key words: *Pinus sylvestris* L., self-seeding individuals, age-related and genetic structure, iron ore tailings, mine dumps, Kryvyi Rih area

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 26.05.2016

УДК 635.25:631.521.5:477(84+43)

Н. В. РУБАНОВСЬКА

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
вул. Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський, 32300

НАСІННА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИДІВ РОДУ *ALLIUM* L. ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Проведено дослідження насінневої продуктивності популяцій видів роду *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L., *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L.) в умовах Західного Поділля. Результати дослідження показали, що насінна продуктивність залежить від погодних умов, зокрема, від кількості опадів і температури. Середній показник коефіцієнта насінної продуктивності характерний для *A. strictum*, вищий середнього показник у *A. podolicum* та *A. sphaerocephalon*. Високий показник властивий *A. ursinum*, для якого умови Західного Поділля є найбільш сприятливі. Нижчий

середнього показник у *A. flavescens*. Несприятливі умови, зокрема високі температури повітря і незначна кількість опадів у літній період (2015 р.) спричиняють всихання рослин, і, генеративних органів, зокрема. Як результат – відсутність плодів і насіння. Показовим є кореляція насінної продуктивності та погодних умов року у весняно-літній період для *Allium obliquum* та *A. strictum*.

Ключові слова: *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. Senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. Podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., популяція, насінна продуктивність

Вступ. Вживання виду залежить від можливості його генеративного та вегетативного відтворення. Функції насіння як показника популяційної структури, елементарних одиниць розмноження і розселення, засобу популяційної консервації та підтримання різноманітності генетичних рекомбінацій у несприятливих ситуаціях обумовлюють імперативну роль насінневого розмноження в збереженні життєздатності і стратегії життя популяції [2]. Насінне поновлення визначає можливість відтворення характерної популяційної структури після порушень [9].

Одним із найважливіших показників життєвості виду в конкретних умовах існування є насінна продуктивність (НП). Її величина є важливим фактором життєвої стратегії, бо свідчить не лише про умови існування популяції, й можливість поширення на інші території. Вона характеризується кількістю насіння, що утворюється на особині чи генеративному пагоні, що залежить від цілого комплексу зовнішніх і внутрішніх процесів. Із зовнішніх факторів на кількість насіння впливають погодні умови у період цвітіння і формування плодів. Від них залежить запилення й проростання пилку, а також запліднення й перетворення насінних зачатків у насіння [1]. З внутрішніх факторів на НП впливає генотип особини, що визначає кількість зачатків у гінцеї.

НП рідкісних видів роду *Allium* L., які представлені в природній флорі Західного Поділля, вивчена недостатньо, хоча наявність повноцінного насіння є вирішальним фактором для вживання рослин, підтримання оптимальної кількості та поширення виду на нові території. Окремі дані є у роботах Л. Г. Любінської [3, 4].

На особливу увагу заслуговують ендемічні, реліктові, рідкісні та зникаючі види роду *Allium* L. Вивчення насінної продуктивності проведено для семи видів (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L. – види включені до Червоної книги України [11], а *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L. занесені до переліку регіонально рідкісних видів [6-8], що є актуальним для розробки подальшої стратегії збереження і відновлення видів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження насінної продуктивності проводили у природних умовах з використанням методики І. В. Вайнагія (1974), вивчали потенційну насінну продуктивність (ПНП) – кількість насінних зачатків на особину чи генеративний пагін; фактичну (реальну) насінну продуктивність (ФНП) – кількість насінин, що зав'язалися на генеративному пагоні, а також процентне співвідношення між цими показниками (ФНП і ПНП) – коефіцієнт НП (КНП).

Результати досліджень та їх обговорення

Насінна продуктивність виду залежить від особливостей генеративної сфери. Нами проаналізовано показники генеративних ознак досліджуваних видів (табл. 1.).

Загальні показники свідчать про наближеність отриманих даних до наведених у різних джерелах [5, 10]. Але кожен вид має свої особливості насінної продуктивності в умовах Західного Поділля.

Показники генеративних ознак видів роду *Allium* Західного Поділля

№п/п	Вид	Середня к-ть, шт. на 1 генеративному пагоні			
		Бутонів	Квітів	Плодів	Насіння у плоді
1.	<i>A. flavescens</i>	46±1,2	38 ±1,4	25±1,8	4,1
2.	<i>Allium senescens subsp. montanum</i>	39±1,8	32±2,1	23±1,9	4,3
3.	<i>A. obliquum</i>	98 ±1,4	91± 1,7	62± 1,5	4,9
4.	<i>A. podolicum</i>	56 ±2,5	43±0,8	32 ±1,8	4,6
5.	<i>A. sphaerocephalon</i>	286±1,7	274±2,4	165±2,1	3,9
6.	<i>A. strictum</i>	38±1,9	26±1,6	19±2,2	2,3
7.	<i>A. ursinum</i>	18±2,1	15±1,5	12±1,1	4,1

Популяція *A. obliquum* в межах Західного Поділля поширена на території заказника «Устянський» (Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н) де займає круті, місцями майже прямовисні скелі лівого берега долин р. Смотрича південної та південно-західної експозицій, складених із силурійських вапняків. Високоінсольовані схили у верхній частині досягають крутизни 45-50°, а середній та нижній – 70-80°. Умови зволоження та температурні показники спричиняють вплив на насінну продуктивність виду, які наведені на рис. 1.

Рис. 1. Насінна продуктивність *A. obliquum* у заказнику «Устянський»

Коефіцієнт насінної продуктивності свідчить про хороші можливості насінного відтворення і становить 60-70%. У 2015 р. склалися аномально засушливі умови і нами виявлено, що дослідні рослини засохли в період масового цвітіння, не зав'язавши насіння.

Для *A. ursinum* насінну продуктивність вивчали у трьох модельних популяціях: 1) Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н, околиці с. Абрикосівка, Маківське лісництво; 2) Хмельницька обл., Чемеровецький р-н, неподалік с. Романівка, Сатанівське лісництво; 3) Тернопільська обл., Гусятинський р-н, с. Крутилів, заповідник «Медобори». Отримані дані представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Насінна продуктивність *A. ursinum* у Західному Поділлі

Дослідні площі	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	54,9±6,6	43,8±6,7	79,0±6,2
2	55,3±6,5	44,3±7,0	79,7±6,2
3	54,8±7,5	46,8±7,9	84,8±5,5

Як видно з отриманих даних ФНП висока, але кращі показники характерні для території з більшим забезпеченням вологою («Медобори»).

Дослідження насінної продуктивності популяції *A. podolicum* проводилось на п'яти ділянках: 1) Тернопільська обл., околиці м. Заліщики. Схили Дністра від моста, мергельний схил південно-західної експозиції крутизною до 45°, ПП трав'янистого покриву 50-70 %, площа популяції приблизно складає 2 га, з щільністю до 25 особин на 1 м². 2) Тернопільська обл., Підволочиського р-н, між селами Остап'є та Городниця. Перша городницька товтра. Ділянка крутизною 10°, відслонення вапняків у вигляді плоских полицок з тонким шаром дрібнозему та продуктів руйнування породи у щілинах. 3) Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський. Відслонення каньйону р. Смотрич, степовий схил південно-східної експозиції крутизною до 5°, ПП трав'янистого покриву 70-80 %, площа популяції приблизно складає 0,02 га, з щільністю до 40 особини на 1 м². 4) Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н, околиці с. Вербка. Вербецькі товтри («Чотири кавалери»), мергельний схил південно-західної експозиції крутизною до 5-10°, ПП трав'янистого покриву 35-60 %. 5) Кам'янець-Подільський район, окол. с. Субіч заказника «Наддністрянський», на крутих схилах лівого берега долини р. Дністер на схилах південно-західної експозицій, де твердо породні глинясто-вапнякові «полиці» чергуються з кам'ястим щербеним рухляком, перемішаним із дрібноземом. Загальне проективне покриття ґрунту рослинністю – 60-75 %.

Для цього виду є характерним те, що частина квітів не формують насіння. Результати дослідження насінної продуктивності, як видно з табл. 3, свідчать, що повноцінне насіння формується в межах 65%.

Таблиця 3

Насінна продуктивність *A. podolicum* у Західному Поділлі

Ділянка дослідження	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	422,6±64,2	292,1±69,1	69,1
2	365,8±44,3	228,2±48,7	62,4
3	240,5±30,7	137,9±28,2	57,3
4	406,8±49,4	249,8±53,5	61,4
5	461,6±13,9	345,1±12,1	74,8

Для цього виду характерні середні показники і лише одна популяція вирізняється високим коефіцієнтом. Це пояснюється умовами зростання виду. Саме в межах с. Субіч вид формує більше насіння через те, що зростає на ділянці, де багато років населення викидає органічні рештки. Це забезпечує отримання значно більшої кількості поживних речовин, ніж на природних дерново-карбонатних ґрунтах.

Популяції *Allium senescens subsp. montanum* вивчалися на чотирьох ділянках: 1) Тернопільська обл., Підволочиського р-н, с. Вікно. На вапнякових оголених товтрах «Гостра скеля». Схил південно-західної експозиції крутизною до 35°, ПП трав'янистий покрив неоднорідний, 15-55 %, (площа популяції приблизно складає 0,5 га, з щільністю до 29 г особин на 1 м². 2) Хмельницька область, Кам'янець-Подільський район, окол. с. Субіч заказник «Наддністрянський», на крутих схилах лівого берега долини р. Дністер на схилах південно-західної експозицій. 3) Кам'янець-Подільський р-н, с. Устя заказник «Устянський», на крутих схилах лівого берега долини р. Смотрич. Загальне проективне покриття – 40-65 %. Вид зростає на дні висохлого струмка, площа популяції приблизно складає 0,01 га. 4) Кам'янець-Подільський р-н, «Товтра безіменна» між с. Нігин та с. Залуччя. Загальне проективне покриття ґрунту рослинністю – 60-75 %.

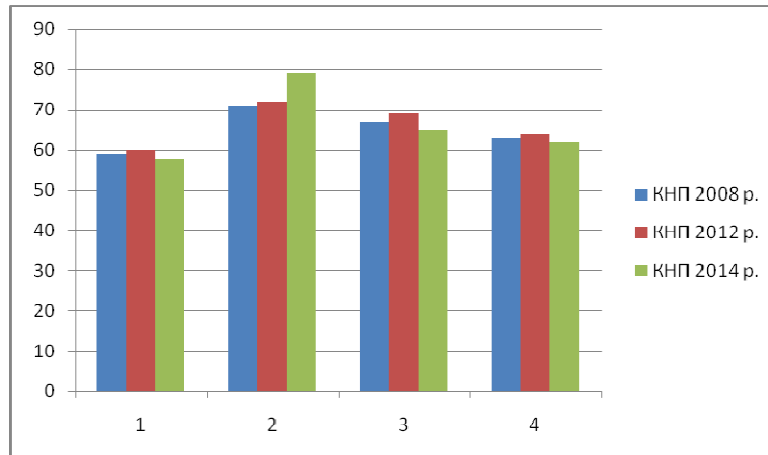


Рис. 2. Показник коефіцієнта насінної продуктивності *Allium senescens subsp. montanum* у Західному Поділлі.

Як видно з отриманих даних, насінна продуктивність на ділянках 2, 3 з підвищеною інсоляцією на території з меншою кількістю опадів, вища. На ділянках 1 і 4 насінних зачатків і повноцінного насіння формується менше, на що вказує КНП. Різниця показників по роках корелює з кліматичними показниками по кількості опадів та днів з високими температурами (25-32 °С). Показники продуктивності вищі середнього показника, хоча вид добре розмножується вегетативно.

Allium strictum на Західному Поділлі виявлено лише в одному заказнику «Устянський». Насінну продуктивність визначали на двох ділянках (перша – на схилі р. Смотрич, друга – на схилі струмка). Отримані дані (табл. 4.) показують, що повноцінного насіння у порівнянні з насінними зачатками формується на 35-44 % менше.

Таблиця 4

Насінна продуктивність *Allium strictum* у Західному Поділлі

№ діл.	Рік	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	2009	45,2±2,2	25,3±2,71	56,0±2,8
2	2009	49,1±3,1	30,5±1,9	62,0±1,7
1	2012	46,1±1,8	26,8±2,1	58,2±2,1
2	2012	50,3±2,0	33,1±1,7	66,0±1,4
1	2012	39,3±2,0	23,1 ±1,5	58,9±1,5
2	2012	47,3±1,82	29,8±2,2	63,2±2,1

Коефіцієнт насінної продуктивності свідчить про середню спроможність формування повноцінного насіння. У 2015 р. суцвіття засохли і насіння не зав'язалося.

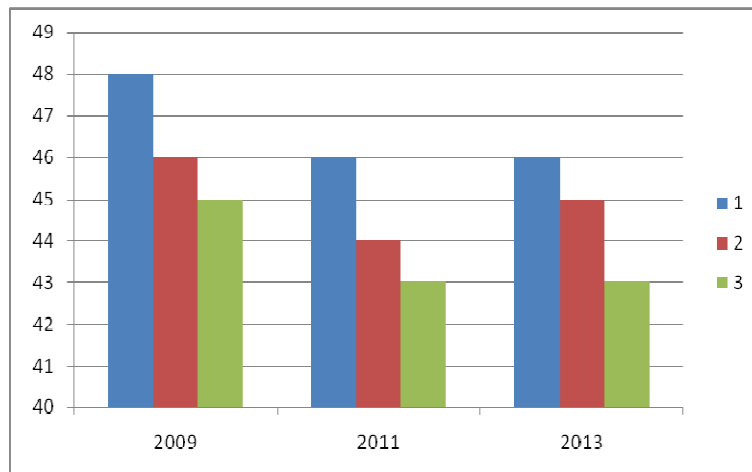
Allium sphaerocephalon поширений по всій території Західного Поділля і має широку екологічну та ценотичну амплітуду. Також зростає на мікросхилах різної орієнтації. Дослідження проведені на трьох ділянках. 1) Тернопільська обл. Борщівський р-н, лучно-степовий кальцепетрофітний схил р. Нічлава (лівий берег, західний схил) неподалік с. Пилипче. 2) Тернопільська обл., Чортківський р-н в околицях с. Росохач (східний схил). 3) Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н лівий берег р. Збруч на північ від с. Шустівці (західний схил). Отримані дані наведені у табл. 5.

Насінна продуктивність виду у різних популяціях має показник фактичної насінної продуктивності вищий середнього (КНП 64,5-70,1%). Різниця по роках залежить від кліматичних показників.

Показники насінної продуктивності *Allium sphaerocephalon* у Західному Поділлі

Ділянка дослідження	Рік	ПНП, шт	ФНП, шт	КНП, %
1	2006	542,4 ± 4,8	364,4 ± 3,2	67,2
	2011	571,2 ± 3,5	388,9 ± 2,4	68,1
2	2006	616,5 ± 5,1	249,8 ± 3,1	64,5
	2011	648,4 ± 3,9	397,6 ± 2,9	66,4
3	2006	561,8 ± 4,2	345,1 ± 2,7	68,3
	2011	582,5 ± 3,8	408,5 ± 2,52	70,1

Allium flavescens – регіонально рідкісний вид. НП вивчалася на двох ділянках: 1) Смотрицький каньйон біля с. Смотрич Кам'янець-Подільського р-ну. Вапнякова «поличка» північно-східної орієнтації (площа популяції 0,3 га); 2) правий берег р. Збруч навпроти с. Збруч, східний схил крутизною до 35°, (площа популяції біля 0,5 га). Результати оцінки спроможності насінного відтворення представлені на рис. 3.

Рис. 3. Показник коефіцієнта насінної продуктивності *Allium flavescens*.

Нами встановлено, що рослини, які зростають на більш прогрітих західних схилах, формують більше насіння. Але показники в середніх межах нижчі, ніж в інших видів. Це пояснюється тим, що вид розмножується краще вегетативно.

Висновки

Таким чином, для переважної більшості рідкісних видів роду *Allium* у Західному Поділлі насінна продуктивність забезпечує їх відтворення. Проглядається кореляція сезонних умов року та мікроклімату на виживання рослин і формування насіння. Особливим є вплив високих температур (28-35° С) та відсутність опадів тривалий час (2015 р.), що призводить до загибелі молодих вегетативних особин, всихання квітів і бутонів.

1. Вайнагий І. В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И. В. Вайнагий // Ботанический журнал. — 1974. — Т. 59, № 6. — С. 826—831.
2. Зеленчук Т. К. Насінневе розмноження та поновлення *Carlina cirsioides* Klok. на Західному Поділлі / Зеленчук Т. К., Зеленчук А. Т. // Укр. ботан. журн. 1987. — Т. 44, № 2. — С. 17—20.
3. Любінська Л. Г. Еколого-біологічні особливості цибуль в Кам'янецькому Придністров'ї та охорона рідкісних видів / Л. Г. Любінська // Тези доповідей наук. конф. професорсько-викладацького складу. — Кам'янець-Подільський, 1993 — С. 80—81.
4. Любінська Л. Г. Стан популяцій деяких рідкісних видів Кам'янецького Придністров'я та охорона фітогенотону / Л. Г. Любінська // Український ботанічний журнал. — 1987. — Т. 44, № 4. — С. 46—48.
5. Омельчук-Мякушко Т. Я. Род лук – *Allium* / Т. Я. Омельчук-Мякушко // Флора европейской части СССР. — Л.: 1979. — Т. 4. — С. 261—275.

6. *Перелік* видів рослин, внесених до Червоної книги України, що зростають на території Тернопільської області. — Тернопіль, 2002. — С. 3.
7. *Перелік* заповідних територій та об'єктів рідкісних та зникаючих тварин і рослин Хмельниччини. — Хмельницький, 2002. — 73 с.
8. *Рубановська Н. В.* Охрана видов рода *Allium* L. в Западной Подолии. Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского. (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. В. Титок [и др.]. — Минск: Конфидо, 2015. — С. 178—181.
9. *Удра І. Х.* Особливості стратегії розмноження рідкісних видів рослин – основа для рекомендації щодо їх охорони / І. Х.Удра, Н. І. Батова // Заповідна справа в Україні. — 1999. — Т. 5., Вип. 1.— С. 25—31.
10. *Флора УРСР.* — К.: Вид-во АН УРСР. — 1950. — Т. 3. — С. 91—146.
11. *Червона книга України.* Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — С. 51—61.

Н. В. Рубановская

Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L. ЗАПАДНОГО ПОДОЛЬЯ

Проведено дослідження семенної продуктивності популяцій видів роду *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* L., *A. sphaerocephalon* L.) в умовах Западного Подолья. Результати дослідження показали, що семенна продуктивність залежить від погодних умов, від кількості опадів і температури. Середній показник коефіцієнта семенної продуктивності характерен для *A. strictum*, вище середнього показателя в *A. podolicum* та *A. sphaerocephalon*. Високий показник присущий *A. ursinum*, для якого умови Западного Подолья являються, найбільш сприятливі. Нижче середнього показателя в *A. flavescens*. Неблагоприятні умови, в частині високі температури повітря і незначительне кількість опадів в літній період (2015) викликають усування рослин і генеративних органів. Як результат - відсутність плодів і насіння. Показательно кореляція семенної продуктивності і погодних умов року в весняно-літній період для *Allium obliquum* та *A. strictum*.

Ключевые слова: *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., популяція, семенна продуктивність

N. V. Rubanovska

Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University, Ukraine

SEED PRODUCTIVITY OF GENUS *ALLIUM* L. IN WESTERN PODILLIA

The paper reports on research into the seed productivity of *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. Podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., *A. ursinum* L.) of Western Podillia. The given region is characterized by specific landforms and soils conditioning the growth of species. Such a microtopographic relief determines the environmental factors, moisture supply, temperature and lighting above all. The study of plant growth parameters (bud, flower and fruit count) features the potential generative production of a given species.

The study focused on 2-5 populations of a species. The environmental factors conditioning the growth of *Allium obliquum* and *A. Strictum* are alike since the species coexist on the steep (45-70°) limestone slopes of Smotrych river and are represented by one population, *A. flavescens* *A. senescens* L. subsp. *montanum*, *A. podolicum*, *A. sphaerocephalon* cover both steep and gentle river slopes, as well as vast areas of tovtry hills. *A. ursinum* L. is common for woodlands, plains and gentle slopes of tovtry hills. The weather conditions typical of southern and south-eastern parts of Western Podillia are characterized by an arid climate and less rainfall as compared to northern and north-western parts.

The seed productivity depends largely on climatic conditions, the amount of rainfall and a temperature range in particular. A rhizomatous species *A. flavescens* can be very well vegetatively propagated. The seed productivity of *A. strictum* species is of average level, while for *A. podolicum* and *A. sphaerocephalon* it is above average. *A. ursinum* is characterized by a high productivity due to the favourable environmental conditions of the region. The seed productivity of *A. flavescens* is below average. Adverse conditions such as hot weather and insufficient rain in summer of 2015 caused plants in general and their generative organs in particular to wilt. As a result, it led to the loss of fruit and seeds. Another example to illustrate the case is the correlation between seed productivity and weather conditions in spring and summer months typical of *Allium obliquum* and *A. strictum*.

Key words: *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib., *A. sphaerocephalon* L., population, the seed production

Рекомендує до друку
М. М. Барна

Надійшла 12.04.2016

ЕКОЛОГІЯ

УДК 579.66+663.15

Л. М. БУЦЕНКО, Л. А. ПАСІЧНИК, В. П. ПАТИКА

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

СКРИНІНГ ПРОДУЦЕНТІВ ТИРОЗИНАЗИ ТА ТИРОЗИНФЕНОЛЛІАЗИ СЕРЕД ШТАМІВ *PANTOEA AGGLOMERANS*

Визначено активні продуценти тирозинази: *P. agglomerans* 9630a, Б80 і 7245. Встановлено, що всі штами *P. agglomerans*, які синтезують тирозиназу, є вірулентними. Авірулентні штами *P. agglomerans* тирозиназну активність не проявляють. Виявлено продуценти тирозинфенолліази (ТФЛ): *P. agglomerans* 9630a, 7245, 123a, 9668. ТФЛ-активність проявляється лише при додаванні до поживного середовища вітаміну В₆. Використання ТФЛ-активних штамів *P. agglomerans* 123a та 9668, що не мають тирозиназної активності, дозволяє вирішити питання усунення дифенольної активності і додавання стабілізуючих агентів до синтетичної реакційної суміші при отриманні *L*-Дофа.

Ключові слова: *Pantoea agglomerans*, тирозиназа, тирозинфенолліаза, *L*-Дофа, хвороба Паркінсона, протипаркінсонічний препарат

Хвороба Паркінсона (ХП) та синдром паркінсонізму є чи не найчастішою формою рухової патології людини. За оцінками, у 2005 році більш ніж 4 млн. людей у всьому світі страждали на ХП. До 2030 року очікується майже подвоєння кількості хворих (між 8,7 та 9,3 млн.). Така динаміка хвороби передбачає навантаження не тільки на хворих, але й на оточуючих їх близьких людей [1].

Зараз терапія ХП передбачає компенсацію недостатчі дофаміну в мозку. Це досягається за рахунок Леводопи (*L*-Дофа) – попередника дофаміну [2].

Для отримання протипаркінсонічних препаратів в промислових масштабах широко використовують хімічний каталіз, який з одного боку є швидким способом, а з іншого, у зв'язку з необхідністю розділення рацематів, – високовартісним [4, 14].

Бажання вдосконалити виробництво *L*-Дофа та знизити витрати на сам процес каталізу змушує шукати нові ефективніші шляхи його виробництва. Окислення *L*-тироzinу ферментами з утворенням *L*-Дофа можна розглядати, як одну з можливостей вдосконалення його синтезу [8].

Отримання *L*-Дофа можливе з використанням таких ферментів, як тирозиназа (КФ. 1.14.18.1; синоніми: фенолаза, поліфенолаза, катехолазата) та тирозинфенолліаза (КФ.4.1.99.2; синонім: β - тирозиназа). Застосування *Pantoea agglomerans* як продуцентів цих ферментів дозволяє по-новому поглянути на процес отримання *L*-Дофа та зробити синтез більш простішим.

Метою даної роботи був пошук продуцентів тирозинфенолліази (ТФЛ) та тирозинази серед штамів *P. agglomerans*.

Матеріал і методи досліджень

В роботі використані 45 штамів *Pantoea agglomerans* з колекції живих культур відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України.

Використані в роботі штами виділені з 11 областей України (рис. 1).

51% штамів *P. agglomerans* виділені з пшениці різних сортів, 36% – з жита, 23% - з волошки світлолюбивої (рис. 2). Серед них були як абсолютно здорові, так і рослини, що мали ознаки ураження бактеріозом. 64% використаних в роботі штамів є вірулентними (рис. 3).

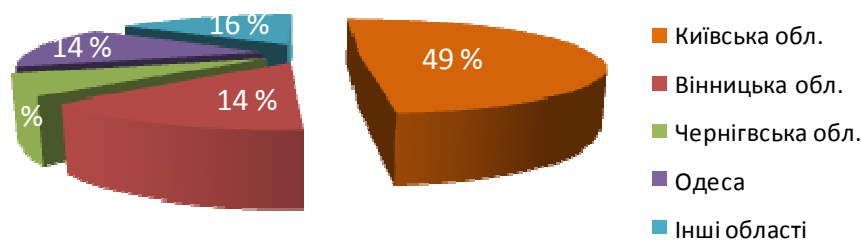


Рис. 1. Регіони виділення штамів *P. agglomerans*

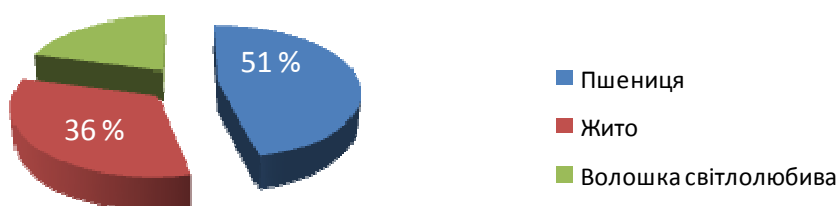


Рис. 2. Джерело виділення штамів *P. agglomerans*

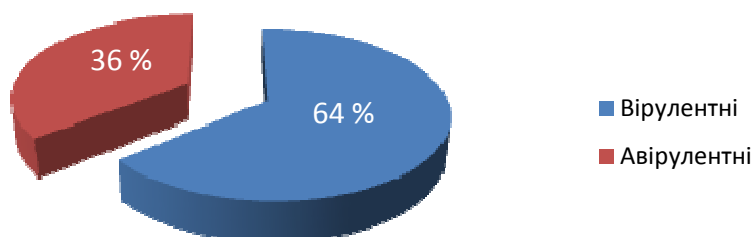


Рис. 3. Вірулентні властивості досліджуваних штамів *P. agglomerans*

Агресивність використаних в роботі штамів 1 – 2 бали . Отже, дані штами характеризуються слабкою агресивністю.

Культивування *P. agglomerans* для скринінгу тирозинази здійснювали при 27°C на середовищі з L-тирозином наступного складу (г/л): гліцерин – 5мл, гідролізат казеїну – 10,0,

K_2HPO_4 – 0,5, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,25, *L*-тирозин – 1,0, агар-агар. –15,0. рН середовища 7,2 – 7,4 [9].

Візуальний прояв тирозиназної активності відбувався на 6, 8 та 14 день після посіву.

Культивування *P. agglomerans* для визначення ТФЛ активності здійснювали на середовищі наступного складу (%): гліцерин – 1,0 KH_2PO_4 – 0,05, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,05, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,001, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,001, Фумарова кислота – 0,2, *L*-тирозин – 0,2, соєвий гідролізат – 1,5 [12]. А також на модифікованому середовищі з додаванням вітаміну B_6 (0,01 %).

В першому випадку культивування бактерій здійснювали в колбах об'ємом 500 мл з 60 мл середовища на качалці (220 об/хв) при 30°C протягом 28 год. В другому випадку – протягом 48 год [12].

Наявність ТФЛ активності визначали за утворенням *L*-тироzinу після взаємодії бактеріальних клітин з реакційним середовищем. Для цього культуральну рідину, одержану після вирощування *P. agglomerans* на рідкому середовищі, центрифугували (5000 g, 30 хв, 4°C). Отриманий осад клітин відмивали від залишків середовища 0,05 М K^+ -фосфатним буфером (рН 7,0), центрифугуючи (5000 g, 30 хв, 4°C). Осад клітин кожного штаму вносили в пробірки з 10 мл середовища наступного складу (мг/мл) [12]: Фенол – 10, *L*-Серин – 20, Хлорид амонію – 5, Сульфат натрію – 2, ЕДТА – 1, Інтактні клітини – 7-10 (рН 8,0). Тривалість реакції 16 год при температурі 31°C [12].

Реакційну суміш після проведення реакції центрифугували (5000 g, 30 хв, 4°C). Осад клітин відділяли, а супернатант використовували для хроматографічного аналізу.

Якісне визначення *L*-тироzinу здійснювали паперовою хроматографією у системі розчинників бутанол – оцтова кислота – вода (4:1:2). Для контролю використовували розчини 0,5% *L*-тироzinу та 0,5% *L*-серину. Пластини проявляли у розчині нінгідрину. Визначали електрофоретичну рухливість. R_f кожного досліджуваного зразка співставляли з R_f контрольних розчинів амінокислот. Як контроль на пластинку наносили розчин *L*-тироzinу, реакційну суміш без клітин *P. agglomerans* та розчин *L*-серину.

Результати досліджень та їх обговорення

Тирозиназа (КФ. 1.14.18.1) – фермент, що належить до класу оксидоредуктаз та каталізує реакції синтезу меланінів, з утворенням *L*-Дофа та Дофа-хінону, як проміжних продуктів.

Тирозиназа трапляється у представників всіх царств живої природи. Тирозинази у різних видів різняться за структурою, молекулярною масою і властивостями. Тим не менше, для всіх тирозиназ характерним є однакова будова активного центру. Він являє собою два катіона міді, кожен з яких орієнтований з допомогою трьох гістидиновмісних залишків [16]. Активний центр тирозинази здатний захоплювати одну молекулу кисню, яка потім використовується для окислення субстрату.

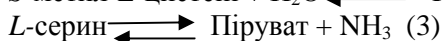
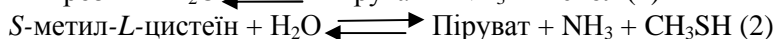
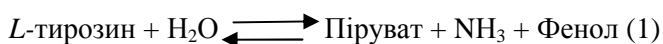
Тирозиназа характеризується високою субстратною специфічністю, фермент не взаємодіє з *D*-тирозином та *L*-триптофаном. Але недоліком його використання в мікробіологічному процесі отримання *L*-Дофа є дифенольна активність, тобто здатність вступати в реакцію з утворенням *L*-Дофа, що збільшує вихід побічних продуктів – меланінів [15].

У зв'язку з дифенольною активністю використання тирозинази є досить обмежене і потребує додаткових заходів стабілізації процесу. Як альтернатива у біотрансформації *L*-тироzinу на *L*-Дофа може бути використаний інший мікробний фермент – тирозинфенолліаза [5].

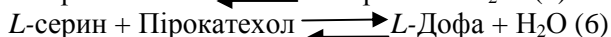
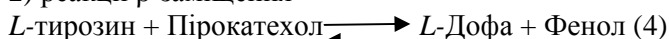
Тирозинфенолліаза (ТФЛ) (КФ.4.1.99.2) – фермент, що належить до тетрометричних піридоксаль-5-фосфат-залежних ферментів, з молекулярною масою 170 000, що каталізують реакції в процесі метаболічного перетворення амінокислот [6].

ТФЛ каталізує кілька типів хімічних реакцій [10]:

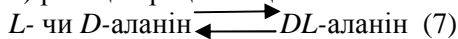
1) реакції α -, β -елімінації



2) реакції β-заміщення



3) реакцію рацемізації



Реакцію β-елімінації *L*-тироzinу (1) використовують для виробництва фенолу, амонію та пірувату [11].

Відновлювальна реакція β-заміщення за участі ТФЛ використовується для одноетапного синтезу деяких гетероциклічних похідних *L*-тироzinу. До них належать протипухлинні препарати, синтезовані з 3-гідроксипіридину, та *L*-Дофа (3,4-дигідроксифеніл-*L*-аланін), утворений з пірокатехолу (6) [7, 11].

Фітопатогенні бактерії при патологічному процесі можуть спричинювати появу плям бурого кольору, які пов'язані з утворенням пігментів меланінового ряду. Це пояснюється наявністю у фітопатогенних бактерій дифенольної ферментної системи, зокрема тирозиназної активності [3]. З урахуванням цього, перший етап наших досліджень полягав у виявленні продуцентів тирозинази серед 45 умовно-патогенних штамів *P. agglomerans*.

Для виявлення тирозиназної активності штамів *P. agglomerans* використовували тирозиновий агар. Мікроорганізми окисляють присутній в поживному середовищі *L*-тирозин і воно набуває коричневого забарвлення різної інтенсивності. Саме зміна забарвлення дозволяє якісно оцінити тирозиназну активність того чи іншого штаму *P. agglomerans*.

На 6-й день після посіву штамів *P. agglomerans* 9630a та *P. agglomerans* 7245 зафіксовано почорніння тирозинового агару (рис. 4). Це свідчить про здатність цих мікроорганізмів розщеплювати тирозин та виділяти тирозиназу в поживне середовище. Колонії *P. agglomerans* не змінили забарвлення (рис. 4). Серед інших штамів тирозиназної активності не спостерігали.

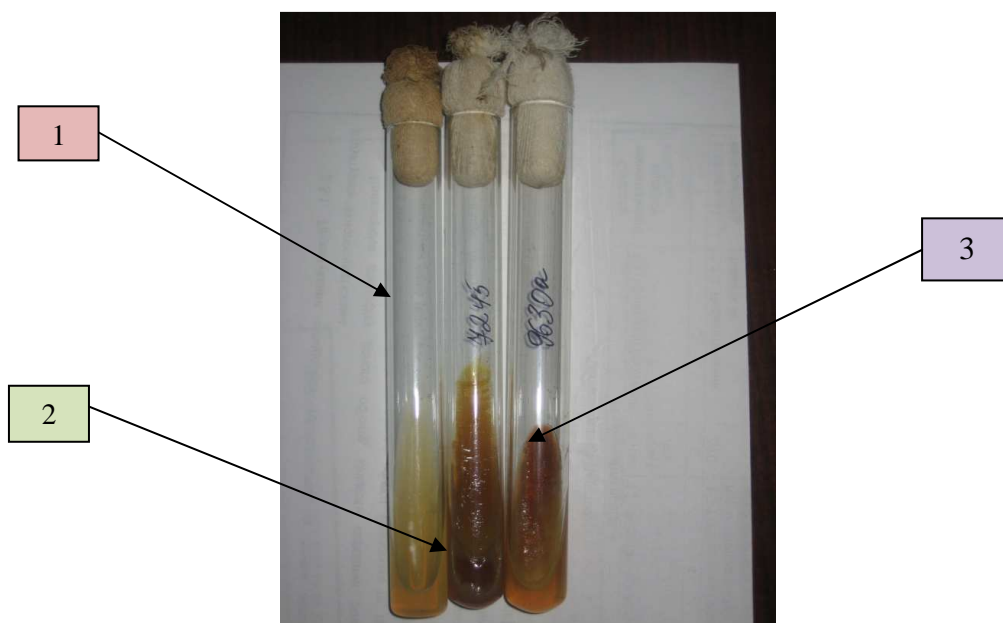


Рис. 4. Прояв тирозиназної активності штамами *P. agglomerans* 9630a та *P. agglomerans* 7245

1- контроль (тироzinовий агар), 2- *P. agglomerans* 7245, 3- *P. agglomerans* 9630a

Чітке почорніння тирозинового агару на 14 день культивування зафіксовано ще у одного штаму – *P. agglomerans* Б80 (рис. 5). Серед інших штамів такої активності не виявлено.

Можна відмітити, що слабкою тирозиназною активністю володіли всі взяті для дослідження штами *P. agglomerans*, оскільки тирозиновий агар вже на 6 день огляду в усіх пробірках був дещо темнішим за контроль.

Отже встановлено, що найбільшою тирозиназною активністю характеризуються штами:
P. agglomerans 9630a (Київська обл., пшениця, уражений колос);
P. agglomerans Б80 (м. Одеса, *Centaurea solstitialis*, уражені стебла з бурими плямами);
P. agglomerans 7245 (Полтавська обл., жито, уражене насіння).

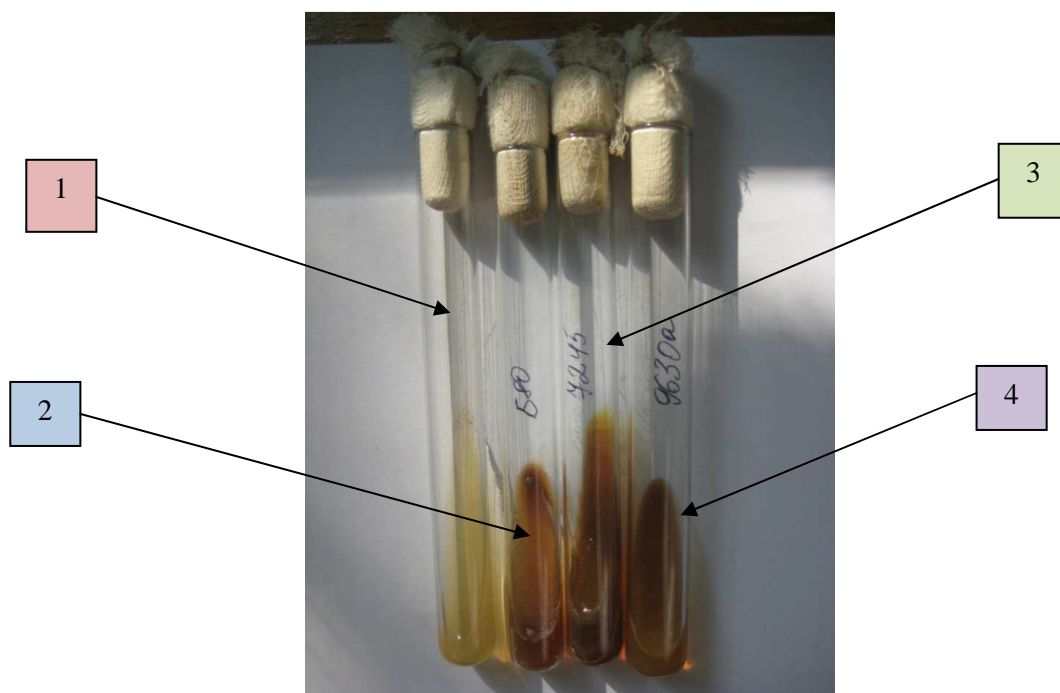


Рис. 5. Прояв тирозиназної активності на 14 день досліджень

1- контроль (тирозиновий агар), 2- *P. agglomerans* Б80, 3- *P. agglomerans* 7245, 4- *P. agglomerans* 9630a

Порівняльна характеристика тирозиназної активності штамів представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика тирозиназної активності *P. agglomerans*

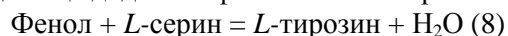
Характеристики	Продукенти тирозинази		
	<i>P. agglomerans</i> 9630a	<i>P. agglomerans</i> Б80	<i>P. agglomerans</i> 7245
Тирозиназна активність	+	++	+++
Вірулентність	+2	+2	+2

Отже, отримані результати підтверджують гіпотезу про те, що найбільшу тирозиназну активність мають вірулентні штами.

Не зважаючи на перспективність мікробіологічного отримання ТФЛ та *L*-Дофа, у літературі є небагато інформації про визначення ТФЛ-активності бактерій та умови їх культивування.

За даними літератури, бактерії роду *Pantoea* поряд з тирозиназною проявляють також ТФЛ-активність, що необхідно враховувати при розробці технології одержання *L*-Дофа [13].

Першим кроком дослідження ТФЛ-активності був пошук оптимального середовища для культивування *P. agglomerans*. Нами був використаний спрощений варіант визначення ТФЛ-активності – не за реакцією з утворення *L*-Дофа (9), а за утворенням в результаті реакції *L*-тирозином (8), що дозволить значно заощадити на реактивах. Для цього в синтетичне реакційне середовище додавали фенол замість пірокатехолу.





Реакційну суміш після 16-годинної реакції наносили на хроматографічну пластинку.

Було встановлено що, при вирощуванні клітин *P. agglomerans* на середовищі 1 (без вітаміну В₆) протягом 28 годин ТФЛ-активність відсутня або ж дуже низька і паперова хроматографія є не чутливою до тієї кількості *L*-тирозину, що утворилася.

Проаналізувавши структуру та біохімічні особливості ферменту в методику його одержання були внесені наступні зміни:

- до середовища додатково вносили вітамін В₆, який є кофактором ТФЛ
- час культивування збільшено з 28 до 48 год, що пов'язано з тим, що за даними літератури [17], максимум в утворенні ТФЛ припадає на стаціонарну фазу росту клітин продуценту.

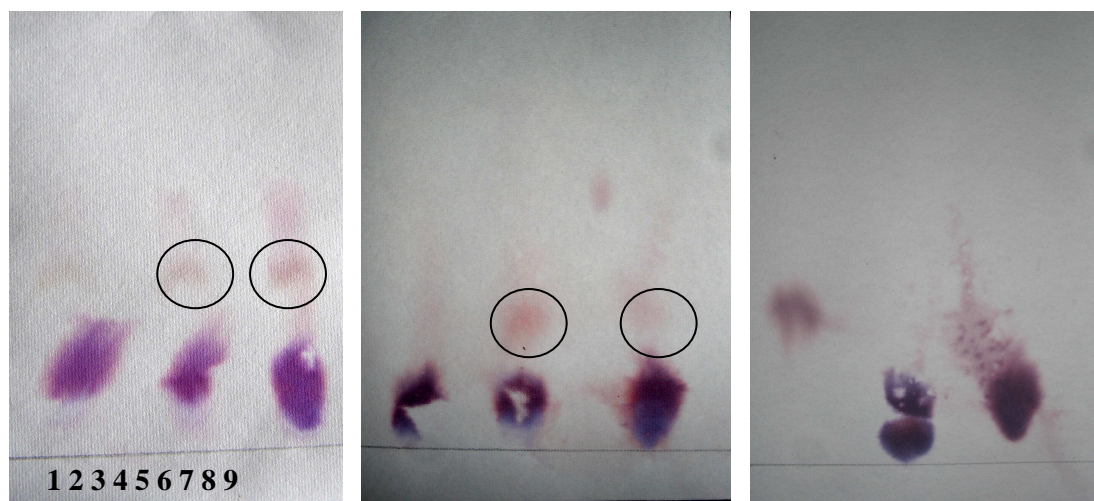


Рис. 6. Хроматографія реакційної суміші з клітинами *P. agglomerans*.

1 – *P. agglomerans* 7434; 2 – *P. agglomerans* 9630a; 3 – *P. agglomerans* 9668; 4 – *P. agglomerans* Б 80; 5 – *P. agglomerans* 123a; 6 – *P. agglomerans* 7245; 7 – *L*-тирозин; 8 – реакційна суміш без внесення клітин *P. agglomerans*; 9 – *L*-серин.

В результаті проведених модифікацій методики культивування, здатність каталізувати утворення тирозину було виявлено у 4 штамів *P. agglomerans* (рис. 6).

Для кожного з 4 штамів *P. agglomerans* та контрольних розчинів *L*-серину, *L*-тирозину, та синтетичного середовища було визначено R_f (табл. 2). З таблиці, як і з хроматограми видно, що ці 4 штами в результаті взаємодії з синтетичним середовищем утворюють *L*-тирозин.

Таблиця 2

Порівняння R_f контрольних амінокислот та речовин, що утворилися в реакційній суміші за додавання клітин *P. agglomerans*

Речовина	R _f
речовина, що утворилась в реакційній суміші за додавання клітин <i>P. agglomerans</i> 9630a	0,39
речовина, що утворилась в реакційній суміші за додавання клітин <i>P. agglomerans</i> 7245	0,40
речовина, що утворилась в реакційній суміші за додавання клітин <i>P. agglomerans</i> 123a	0,39
речовина, що утворилась в реакційній суміші за додавання клітин <i>P. agglomerans</i> 9668	0,39
<i>L</i> -тирозин	0,39
<i>L</i> -серин	0,19
реакційна суміш без внесення клітин <i>P. agglomerans</i>	0,20

Отже, додавання до поживного середовища вітаміну В₆ має стимулювальну дію в процесі утворення ТФЛ.

Штами *P. agglomerans* 9630a та *P. agglomerans* 7245 характеризуються також високою тирозиназною активністю, на противагу їм штами *P. agglomerans* 123a та *P. agglomerans* 9668 такої активності не мають (табл. 3).

Таблиця 3

Утворення тирозинази та ТФЛ штамми *P. agglomerans*

Штам	Утворення тирозинази	Утворення тирозинфенолліази
<i>P. agglomerans</i> 9630a	+	+
<i>P. agglomerans</i> 123a	-	+
<i>P. agglomerans</i> 7245	+	+
<i>P. agglomerans</i> Б80	+	-
<i>P. agglomerans</i> 9668	-	+

Для синтезу *L*-Дофа в промисловості більш доцільним буде використання штамів *P. agglomerans* 123a та *P. agglomerans* 9668, які за реакцією утворення *L*-Дофа з *L*-тирозину (4) будуть давати можливість отримати чистий продукт без подальших перетворень *L*-Дофа.

Можливим варіантом використання штамів *P. agglomerans* 7245 та *P. agglomerans* 9630a в технології отримання *L*-Дофа є застосування синтетичного середовища з пірокатехолом та *L*-серином (6) в якості субстрату, на який не діє тирозиназа.

Висновки

Серед досліджених 45 штамів *P. agglomerans* експериментально визначено активних продуцентів тирозинази. До них належать штами *P. agglomerans* 9630a, Б80 і 7245. Ці штами є вірулентними для рослин. Авірулентні штами *P. agglomerans* тирозиназну активність не проявляють.

Виявлено 4 продуценти тирозинфенолліази: *P. agglomerans* 9630a, 7245, 123a, 9668. Встановлено, що ТФЛ-активність проявляється тільки при додаванні до поживного середовища вітаміну В₆.

Використання ТФЛ-активних штамів *P. agglomerans* 123a та 9668, що не мають тирозиназної активності, дозволяє вирішити питання усунення дифенольної активності і додавання стабілізуючих агентів до синтетичної реакційної суміші.

1. Волошин П. В. Аналіз поширеності та захворюваності на нервові хвороби в Україні / П. В. Волошин, Т. С. Міщенко, Є. Ф. Лекомцева // Международный неврологический журнал. — 2006. — № 3. — С. 44—49.
2. Иллориошкина С. Н. Болезнь Паркинсона и расстройства движений. Руководство для врачей. / С. Н. Иллориошкина, Н. Н. Яхно. — М.: Мир, 2008. — 405 с.
3. Пасичник Л. А. Возбудители бактериозов семян ржи в условиях УССР / Л. А. Пасичник, И. Б. Королева // Микробиол. журн. — 1986. — Т. 48. — № 6. — С. 8—12.
4. Шпак В. С. Пути получения и использования синтетических аминокислот / В. С. Шпак, И. Я. Тюрчев // Вестник АН СССР. — 1986. — № 2. — С. 107—114.
5. Anghileri A. Tyrosinase-catalyzed grafting of sericin peptides onto chitosan and production of protein-polysaccharide bioconjugates / A. Anghileri, K. Lantto, C. Kruus // J. Biotechnol. — 2007. — 127. — P. 508—519.
6. Dalibor M. F. Structures of apo and holo tyrosine phenol-lyase reveal a catalytically critical closed conformation and suggest a mechanism for activation by K⁺ ions / M. F. Dalibor, T. M. Demidkina // Biochemistry. — 2006. — № 45 (24). — P. 7544—7552.
7. Effective production of 3,4-dihydroxyphenyl-L-alanine (*L*-DOPA) with *Erwinia herbicola* cells carrying a mutant transcriptional regulator TyrR / Т. Koyanagi, Т. Katayama, Н. Suzuki, Н. Nakazawa // J. Biotechnol. — 2005. — 115. — P 303—306.

8. *Production of 3,4-dihydroxyphenyl-L-alanine by using the β -tyrosinase of Citrobacter freundii overexpressed in recombinant Escherichia coli* / S. G. Lee, H. S. Ro, S. P. Hong, K. J. Lee // Microbiol. Biotechnol. — 1996. — 24. — P. 44—49.
9. *Singh H. Mechanism of oxidation of L-tyrosine by fungal tyrosinases* / H. Singh // J. Chem. — 1999. — 172. — P. 83—87.
10. *Thompson J. D. Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice* / J. D. Thompson, D. G. Higgins // Eur. Food Res. Technol. — 1999. — 22. — P. 4673—4680.
11. *Hidehico K. Studies on tyrosine phenol lyase* / K. Hidehico, V. Takashi // Biological chemistry. — 1985. — № 5. — P. 166—1667.
12. *Kumagai H. Formation of tyrosine phenol-lyase by bacteria* / H. Kumagai, H. Matsui, H. Yamada // Agric. Biol. Chem. — 1970. — 34. — P. 1259—1261.
13. *Patil S. S. Potatophenolases. Purification and properties* / S. S. Patil, M. Zucker // J. Biol. Chem. — 1985. — 240. — P. 3938—3943.
14. *Pialis P. Production of L-DOPA from tyrosinase immobilized on nylon 6,6: Enzyme stability and scaleup* / P. Pialis, B. Saville // Enzyme Microb. Technol. — 1998. — № 22. — P. 261—268.
15. *Robb D. A. Tyrosinase* / D. A. Robb // Copper Proteins and Copper Enzymes — 1984. — Vol. 2— P. 207—240.
16. *Rodrigo O. F. The biotechnological potential of mushroom tyrosinases* / O. F. Rodrigo, R. M. Vivian, M. A. Lopes de Almeida // Biotechnol. — 2007. — № 45 (3). — P. 287—294.
17. *Pat. 4716246 USA. Process for L-dopa* / Reinhold, Donald F. — Publ. 17.03.86.

Л. Н. Буценко, Л. А. Пасичник, В. Ф. Патыка

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

СКРИНИНГ ПРОДУЦЕНТОВ ТИРОЗИНАЗЫ И ТИРОЗИНФЕНОЛЛИАЗЫ СРЕДИ ШТАММОВ PANTOEA AGGLOMERANS

Отобраны активные продуценты тирозиназы: *Pantoea agglomerans* 9630a, B80 и 7245. Установлено, что все штаммы *P. agglomerans*, которые синтезируют тирозиназу, являются вирулентными. Авирулентные штаммы *P. agglomerans* тирозиназную активность не проявляют. Выявлены продуценты тирозинфеноллиазы (ТФЛ): *P. agglomerans* 9630a, 7245, 123a, 9668. ТФЛ-активность проявляется только при добавлении в питательную среду витамина B₆. Использование ТФЛ-активных штаммов *P. agglomerans* 123a и 9668, что не имеют тирозиназной активности, позволяет решить вопрос устранения дифенольной активности и добавление стабилизирующих агентов к синтетической реакционной смеси при получении L-Дофа.

Ключевые слова: Pantoea agglomerans, тирозиназа, тирозинфеноллиаза, L-Дофа, болезнь Паркинсона, противопаркинсонический препарат

L. N. Butsenko, L. A. Pasichnyk, V. F. Patyka

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine

SCREENING OF PRODUCERS TYROSINASE AND TYROSINEFENOLLIASE AMONG STRAINS PANTOEA AGGLOMERANS

Biosynthesis of L-DOPA, the primary drug for treatment of Parkinson's disease can be realized by using one of two enzymes: tyrosinase (EC 1.14.18.1.) or tirozinfenolliaze (EC 4.1.99.2). The task of this work was to search for the producers of these enzymes among bacteria the species *Pantoea agglomerans*. Screening of producers was carried out among 45 virulent and avirulent strains of *Pantoea agglomerans*, which have been identified in various regions of Ukraine from wheat and rye. They were selected active producers of tyrosinase: *Pantoea agglomerans* 9630a, B80 and 7245. It is established that all strains of *P. agglomerans* that synthesize tyrosinase, are virulent. Avirulent strains of *P. agglomerans* tyrosinase activity do not show. Since the enzyme tyrosinase is also diphenol activity, biosynthesis of L-DOPA with tyrosinase producers require additional stabilization process. They were identified active producers of tirozinfenolliaze (TFL): *P. agglomerans* 9630a, 7245, 123A, 9668. Among them, two strains *P. agglomerans* 123a and *P. agglomerans* 9668 have only tirozinfenolliaze activity and have no tyrosinase activity. It is shown that the TFL-activity occurs only

when added to the culture medium of vitamin B6. The use of TFL-active strains of *P. agglomerans* 123a and *P. agglomerans* 9668 that do not have tyrosinase activity, allows to solve the problem of eliminating diphenolic activity and addition of stabilizing agents to the synthetic reaction mixture in obtaining L-DOPA.

Key words: Pantoea agglomerans, tyrosinase, tirozinfenolliaze, L-DOPA, Parkinson's disease, antiparkinsonian drug

Рекомендує до друку

Надійшла 23.05.2016

В. В. Грубінко

УДК 581.1+535.346

А. І. ГЕРЦ, Н. В. ГЕРЦ

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

ВИЯВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ РОСЛИН МЕТОДОМ ФОТОРЕЄСТРАЦІЇ СПЕКТРУ ВІДБИТТЯ СВІТЛА

В роботі описано метод фото- та відеореєстрації відбиття світлового випромінювання поверхнею листка, який в комплексі з методом реєстрації індукції флуоресценції хлорофілу, може використовуватись для виявлення рослин, що перебувають в умовах стресу.

Ключові слова: вегетаційний індекс, NDVI, відбиття світла, спектри відбиття листків, флуоресценція хлорофілу, індукція флуоресценції хлорофілу

Вступ. Контроль стану рослин є важливим при вирішенні сільськогосподарських та екологічних завдань. Особливий інтерес становить використання спектрів відбиття в червоній та ближній інфрачервоній (БЧ) ділянках, як джерела інформації про стан фіто- та агроценозів [1].

Сьогодні продовжується розробка методів оцінки різноманітних показників стану рослин за їх спектрами відбиття. Розроблені індекси для тестування вмісту не лише пігментів, а й загального азоту, визначення біомаси, листового індексу, вмісту води тощо [1-3, 5].

Перевагою використання методів вимірювання відбиття світла для оцінки фізіологічних параметрів є те, що при цьому не руйнуються посіви, вимірювання здійснюється автоматично, швидко та легко, а сам метод має високий ступінь об'єктивності та є репрезентативним [5].

Водночас, залишається відкритим питання можливості використання вегетаційного індексу нормалізованої різниці в лабораторних умовах з метою забезпечення експрес-оцінки стану фізіологічних показників рослин закритого ґрунту та питання щодо можливості застосування для реєстрації спектрів відбиття побутових засобів фото- та відеореєстрації.

Матеріал і методи досліджень

Для оцінки функціональної неоднорідності фотосинтетичного апарату листків використовували метод реєстрації спектрів відбиття світлових променів від листків та метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ).

Реєстрація спектрів відбиття рослин закритого ґрунту здійснювалась за допомогою модифікованої камери Mobius Action Cam з червоним фільтром типу Rosco #19 "Fire" (рис. 1) [10].



Рис. 1. Модифікована відеокамера для отримання БІЧ ділянок спектра Mobius Action Cam-Infragram [10]

Враховуючи те, що в модифікованій камері інфрачервоний (ІЧ) фільтр відсутній (зазвичай, встановлений на більшості цифрових камер) та замінений на червоний типу Rosco #19 "Fire" [10], БІЧ спектр розподіляється між червоним і синім каналами CCD-матриці (ПЗЗ-матриці) (рис. 2).

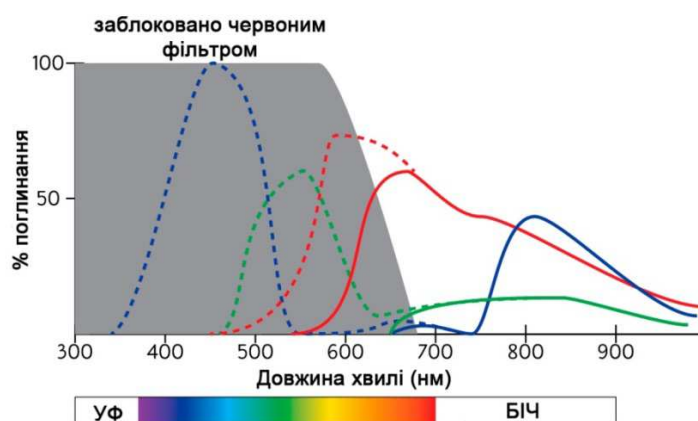


Рис. 2. Діапазон спектральної чутливості цифрової камери з червоним фільтром типу Rosco #19 "Fire"

Синій канал ПЗЗ-матриці камери отримує виключно БІЧ, а червоний-поєднує БІЧ і червону ділянку спектра світла.

Таким чином, камера дозволила отримати зображення типу RNN (Red, Near-Infrared, Near-Infrared) та RGN (Red, Green, Near- Infrared), що містять ближню інфрачервону ділянку спектру.

Маючи два зображення, одне у видимому діапазоні, інше – у БІЧ, засобами ПЗ Image-J здійснювали розрахунок індексу нормалізованої різниці (NDVI), що є одним з найпоширеніших та обґрунтованих вегетаційних індексів NDVI [2, 5].

У якості рослинного матеріалу, використовували листкові пластинки *фікуса еластичного* (*Ficus elastica Variegata*), *гібіскуса китайського* (*Hibiscus rosa-sinensis L.*) та *катальпи прекрасної* (*Catalpa syringaefolia Sims.*).

Вміст хлорофілу та флуоресценцію хлорофілу визначали за допомогою РАМ-флуориметра MultispeQ [9], що поєднує в собі портативний флуориметр і хлорофілометр, інтегрований у платформу Photosyn Q [9].

Результати досліджень та їх обговорення

Ступінь поглинання, поширення чи відбиття електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від рослин, значною мірою, визначається наявністю або відсутністю фотосинтетичних пігментів та структурою губчастого мезофілу листків. Хлороз, нестача поживних речовин збільшує частку відбитих червоних променів від рослин [8].

На відміну від видимого світла, коефіцієнт відбиття в ближній інфрачервоній ділянці випромінювання (яке не використовується рослинами) регулюється, в першу чергу, будовою та конфігурацією міжклітинних повітряних просторів губчастого мезофілу тканин листків рослин [4, 6-7]. Старіння, фізіологічний стрес та інші фактори, які змінюють конфігурацію рослинних клітин, як правило, впливають на відбиття у БЧ ділянці спектра. Тож, високі рівні відбиття ближніх інфрачервоних променів та низькі показники в ділянці червоного характерні для здорових рослин.

Розділивши кожен листкову пластинку на сектори (від 1 до 3), що помітно відрізнялись забарвленням (рис. 3) та опрацювавши зображення таким чином, щоб кожен його піксель являв собою співвідношення БЧ/червоної, виявлено значні відмінності у рівнях відбиття БЧ та червоних променів від останньої.

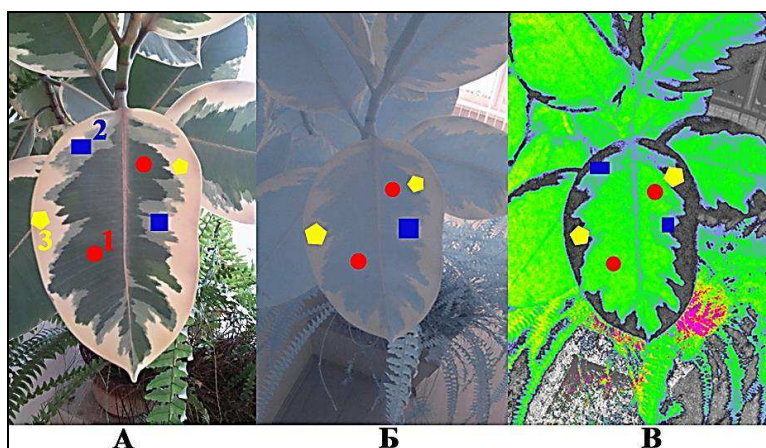


Рис. 3. Зображення листків *F. elastica Variegata* за умов природнього освітлення:
 А – RGB, Б - інфрачервоне (ІЧ, RNN), В - NDVI (колірна мапа NDVI_VGYRM [10])
 (1. – ділянка темно-зеленого забарвлення; 2. - ділянка світло-зеленого забарвлення;
 3. – ділянка світлого забарвлення)

Безхлорофільні ділянки листкової пластинки (рис. 3), мають найнижчі показники NDVI-індексу і забарвлені у сірий колір на NDVI зображенні (рис. 3. В) та у білий чи жовтий на RGB (рис. 3. А).

Це закономірно, адже при знебарвлюванні листків, що може бути обумовлено генетично, стресом, або захворюваннями збільшується кількість червоних променів відбитих листками. При цьому, частка відбиття у БЧ спектральній ділянці, може як змінюватись, так і залишатись без змін. Це залежить від стресового чинника який діє на рослину [8, 10].

Найбільш фотосинтетично активні ділянки листових пластинок представлені зеленими, жовтими, червоним пікселями на фотозображеннях, що відповідає значенню NDVI від 0,2 до 0,9. Фіолетові пікселі відповідають NDVI значенню від 0,1 до 0,2 - дуже низький рівень вмісту хлорофілів, можливо і фотосинтетичної активності. Сірі – значенню нуль.

Отже, за допомогою NDVI зображень легко виявити листки рослин з високим вмістом фотосинтетичних пігментів. Для підтвердження даного факту та з метою визначення фотосинтетичної активності згаданих ділянок листка, здійснено флуоресцентний аналіз кожного сектора листкової пластинки методом індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ). У табл. 1, наведено основні параметри флуоресценції хлорофілу кожного з секторів листкової пластинки.

Слід відмітити два ключових параметри флуоресценції хлорофілу, що мають, на нашу думку, суттєву кореляцію з NDVI індексом (табл. 1). Перш за все, це вміст хлорофілу, який суттєво різниться між досліджуваними ділянками листкової пластинки *F. elastica*. Найнижчий його рівень в 3-й ділянці (рис. 3, табл. 1). Зниження вмісту хлорофілу суттєво змінює спектральні властивості листка, особливо в ділянці поглинання червоних променів, і впливає на розрахунок та величину вегетаційного індексу. Ось чому ділянка № 3, маючи найнижчий сумарний вміст хлорофілу, характеризується дуже низьким значенням NDVI індексу.

Основні параметри флуоресценції хлорофілу листкової пластинки *F. elastica*.

Параметри флуоресценції	1 ділянка темно-зелене забарвлення листкової пластинки	2 ділянка світло-зелене забарвлення листкової пластинки	3 ділянка світле забарвлення листкової пластинки
F_o'	8886	8435 ↓	598 ↓
F_m'	21346	20565 ↓	999 ↓
F_s'	6954	8351 ↑	832 ↓
Φ_{PSII}	0,64-0,7	0,57-0,6 ↓	0,14 ↓
NPQ	2,9	3,5 ↑	6,5 ↑
Rdf	1,78-2,07	0,9-1,46 ↓	0,2-0,5 ↓
Вміст хлорофілу	58-60	34-32 ↓	2 ↓

*Примітка: 1 ділянка - темно-зелене забарвлення листкової пластинки; 2 ділянка - світло-зелене забарвлення листкової пластинки; 3 ділянка - світле забарвлення листкової пластинки (рис. 3)

Іншим параметром флуоресценції хлорофілу, що зазнає суттєвих змін при знебарвленні листка, є рівень нефотохімічного гасіння NPQ . Даний параметр розраховується за формулою $NPQ = F_m/F_m' - 1$ і відображає реалізацію поглинутої фотосинтетичним апаратом енергії світла у вигляді тепла [9].

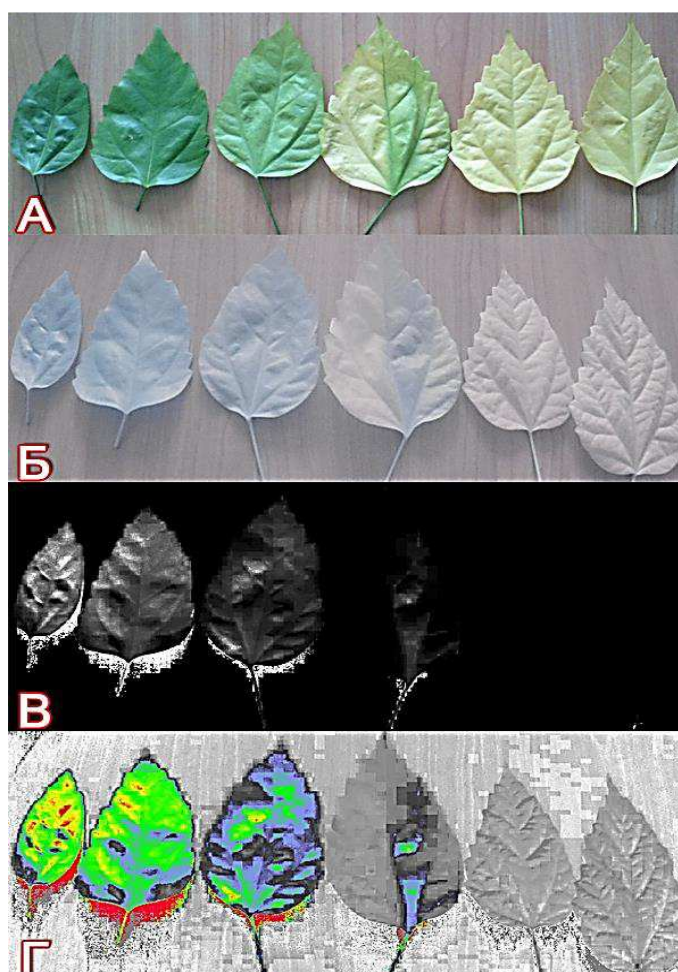


Рис. 4. Зображення листків *H. rosa-sinensis* L. :А – RGB, Б - інфрачервоне (ІЧ, RGN), В, Г - NDVI (колірна мапа NDVI_VGYRM [10])

Аналогічні результати спостерігаються у рослин, що втратили хлорофіл у зв'язку з осіннім пожовтінням або впливом зовнішніх несприятливих чинників. Зокрема, вік рослин (рис. 4) впливає на співвідношення спектрів відбиття в ділянці БІЧ/червоний, що перш за все пов'язано із зміною кількості хлорофілу у листках рослин.

Так, листки *гібіскуса китайського* (рис. 4), що мали світло-зелене, жовте забарвлення (різний вміст хлорофілу), обумовлене віком рослин, показали значне зниження співвідношення БІЧ/червоний, порівняно з листками, що містять високий рівень хлорофілу та на RGB зображенні мають насичене зелене забарвлення. Безхлорофільні ділянки листків мають найнижчі показники NDVI-індексу і забарвлені у сірий колір на NDVI зображенні (рис. 4 Г) та у білий чи жовтий на RGB (рис. 4 А).

Згідно літературних даних, абіотичні фактори, зокрема зневоднення рослини, зумовлюють зміни у спектральних властивостях листків рослин. Так, зневоднення рослини протягом години спричиняє: зменшення рівнів максимальної флуоресценції Fm, флуоресценції у стаціонарному стані Fs; зменшення величини індексу Rfd; зменшення qQ і збільшення qE [1, 8].

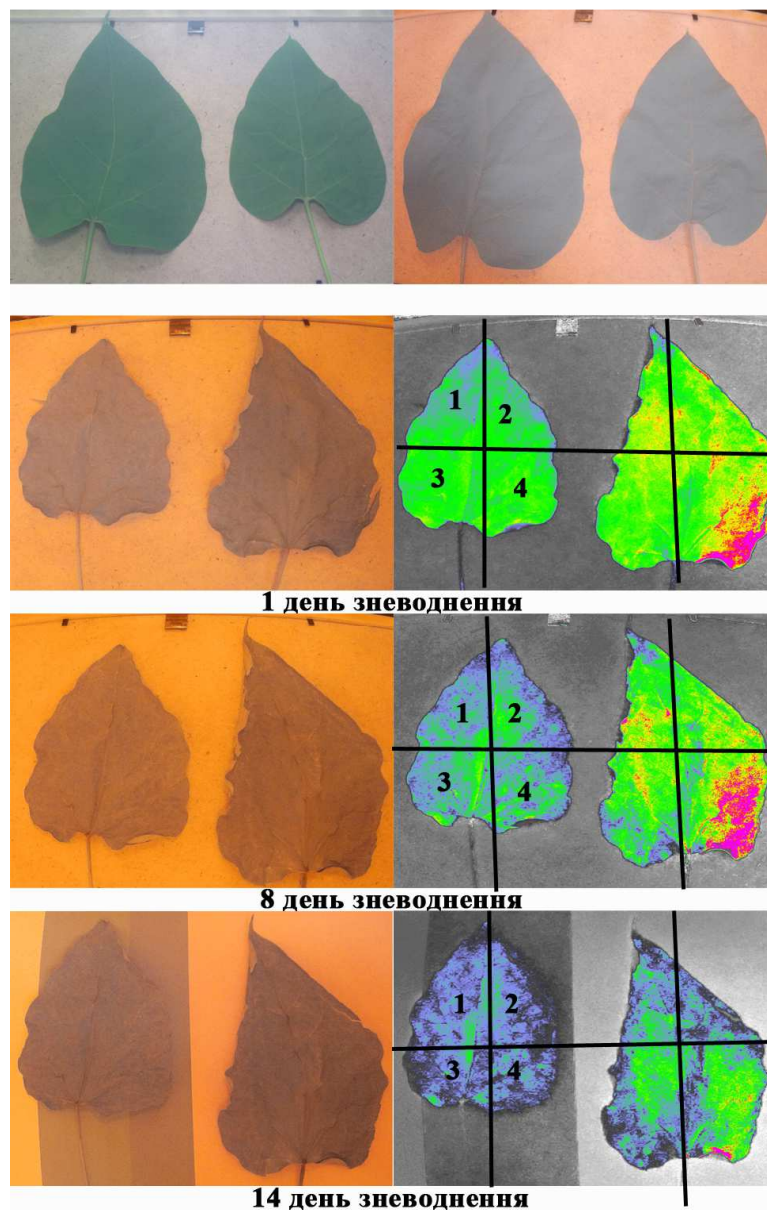


Рис. 5. Вплив зневоднення на NDVI-індекс різних ділянок (секторів) листкової пластинки *C. syringae folia* (штучне освітлення)

Основні параметри флуоресценції хлорофілу листкової пластинки *катальпи прекрасної* (*C. syringaeifolia* Sims.) за умов зневоднення

Параметри флуоресценції	1 сектор		2 сектор		3 сектор		4 сектор	
	1 день	8 день	1 день	8 день	1 день	8 день	1 день	8 день
	зневоднення		зневоднення		зневоднення		зневоднення	
F_o'	9324	4647↓	9627	4012↓	9807	3992↓	8938	3665↓
F_m'	10266	4488↓	10374	3883↓	10561	3858↓	9536	3528↓
F_s'	9421	4715↓	9842	4076↓	9994	4066↓	9250	3730↓
Φ_{PSII}	0,08	0↓	0,05	0↓	0,05	0↓	0,03	0↓
Φ_{NPQ}	0,8	1↑	0,85	1↑	0,85	1↑	0,9	1↑
Rdf	0,1	0↓	0,05	0↓	0,06	0↓	0,03	0↓
Вміст хлорофілу	56	62↑	57	60↑	58	63↑	61	64↑

*Примітка: 1 сектор; 2 сектор; 3 сектор; 4 сектор на рис. 5

Спостерігаючи зміни, обумовлені зневодненням, котрі відбуваються на рівні первинних процесів фотосинтезу (табл. 2), залишається з'ясувати, чи змінюватимуть вони спектральні характеристики листкової пластинки таким чином, щоб була можливість виявити їх за допомогою фотореєстрації на RNN чи RGN фотографіях.

Аналіз зображень (рис. 5) вказує на те, що NDVI-індекс для різних секторів листкових пластинок суттєво різняться. Спостерігається його поступове зниження протягом досліджуваного періоду. На 14-й день значення індексу у всіх секторах листків прямує до нуля.

Різке зниження індексу нормалізованої різниці (на 8 день зневоднення) супроводжується спадом ряду параметрів флуоресценції хлорофілу у листках *C. syringaeifolia*. Вже через першу добу, суттєво падає фотосинтетична ефективність ФСII, зростає рівень нефотохімічного гасіння (NPQ). Збільшення вмісту хлорофілу у листках (табл. 2), що спостерігається на 8 день зневоднення, може пояснюватись зменшенням розмірів клітин мезофілу та втратою води. Це, з одного боку, зумовлює збільшення кількості молекул пігменту на одиницю площі, з іншого, у зв'язку з дегідратацією, унеможлиблює роботу фотосинтетичного апарату. Як наслідок – нульові значення фотосинтетичної ефективності (рис. 6) та зростання рівня нефотохімічного гасіння (рис. 7).

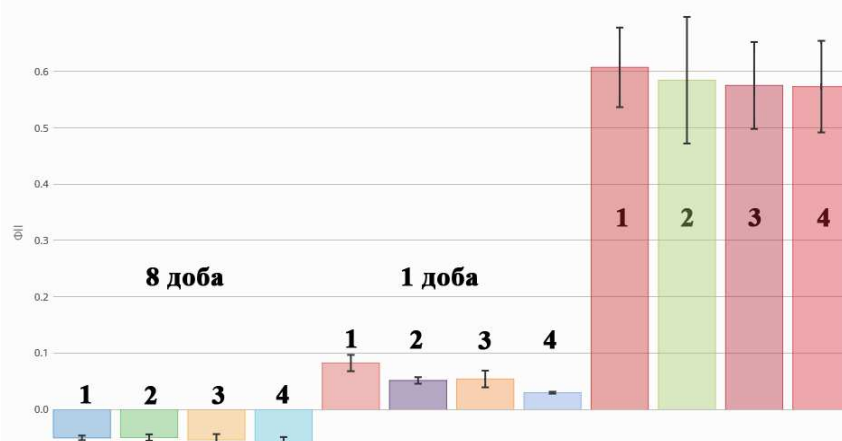


Рис. 6. Значення фотосинтетичної ефективності ФСII (Φ_{PSII}) в залежності від часу зневоднення листкової пластинки *C. syringaeifolia* (цифрами 1-4 позначені сектори листкової пластинки відповідно до рис. 5)

Отже, зневоднення суттєво впливає на спектральні властивості листків в ділянці відбиття від їх поверхні червоного та ближнього інфрачервоного спектру. Враховуючи те, що загальний рівень хлорофілу протягом досліджуваного періоду не суттєво змінювався, припускаємо, що дегідратація тканин листової пластинки впливає на частку БІЧ спектру світла, що відбивається від поверхні листової пластинки.

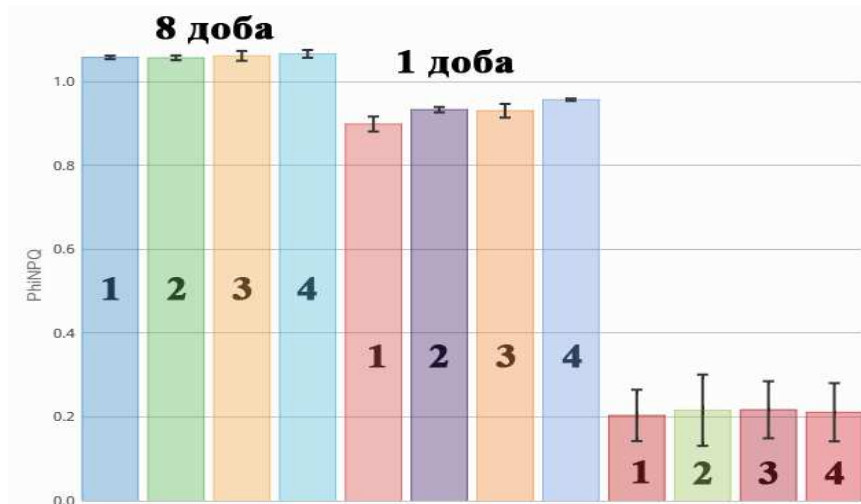


Рис. 7. Значення нефотохімічного гасіння хлорофілу (ФНРQ) в залежності від часу зневоднення листової пластинки *C. syringae folia* (цифрами 1-4 позначені сектори листової пластинки відповідно до рис. 5)

Висновки

Запропонований спосіб отримання RNN (Red, Near-Infrared, Near-Infrared) або RGN (Red, Green, Near-Infrared) зображення, що містить червону та БІЧ ділянки спектра відбиття і спосіб розрахунку індексу нормалізованої різниці NDVI забезпечує механізм розпізнавання ділянок листової пластинки, де відбувається інтенсивний фотосинтез.

Фото- та відеореєстрація відбиття випромінювання поверхнею листка в комплексі з портативними хлорофілометрами, флуорометрами може використовуватись для визначення вмісту хлорофілу в інтактних листках рослин та виявлення локальних ділянок листової пластинки, що перебувають в умовах стресу.

Проведені дослідження показують, що багато з методів дистанційного зондування, які використовуються в звичайних польових умовах протягом останніх десятиліть, можна, з деякими змінами, легко адаптувати до лабораторних умов дослідження. Звичайно, ще необхідні подальші додаткові дослідження, щоб визначити спектральні властивості основних сільськогосподарських культур і встановити, коли саме стає помітний стрес від нестачі поживних речовин, шкідників, патогенів тощо.

Залишається відкритим питання, як дана технологія працюватиме у випадку аналізу цілих рослин, що зростають у тепличних та умовах *in vitro*. У випадку позитивних результатів, ми отримуємо ефективну, зручну і недорогу технологію, що здатна швидко оцінити фізіологічний стан рослин за різних умов зростання.

1. Використання спектральних характеристик листків рослин для визначення їх фізіологічних показників: автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.12 / Т. А. Казанцев ; НАН України. Ін-т фізіології рослин і генетики. — К., 2007. — 20 с. — укр.
2. Кочубей С. М. Связь спектральных характеристик отражения листьев с их состоянием / С. М. Кочубей, Т. М. Шадчина, Н. И. Кобец, В. В. Дмитриева // Физиология и биохимия культурных растений. — 1986. — Т. 18. — № 4. — С. 355—360.
3. Кочубей С. М. Спектральные свойства листьев как основа дистанционной диагностики / С. М. Кочубей, Н. И. Кобец, Т. М. Шадчина. — К.: Наукова думка, 1990. — 132 с.

4. Сидько А. Ф. Изучение сезонной зависимости спектральной яркости посевов сельскохозяйственных культур от содержания хлорофилла и физиологических параметров растений / А. Ф. Сидько А. П. Шевырнов // Исследование Земли из космоса. — 1998 — № 3. — С 96—105.
5. Шадчина Т. М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових / Т. М. Шадчина. — К.: УФСЦ, 2001. — 219 с.
6. Lee K. Hyperspectral versus multispectral data for estimating leaf area index in four different biomes [Text] / K. Lee, W. Cohen, R. E. Kennedy [etal.] // Remote Sens. Environ. — 2004. — Vol. 91. — P. 508—520.
7. Mc Murtey J. E. Distinguish nitrogen fertilization levels in field corns (*Zea mays* L.) with actively induced fluorescence and passive reflectance measurements / J. E. McMurtey, Chappelle E. W., M. S. Kimetal. // RemoteSens. Environ. — 1994. — Vol. 47, № 1. — P. 36—44.
8. Summy K. R. Detecting stress in glasshouse plants using color infrared imagery: A potential new application for remote sensing / K. R. Summy, C. R. Little, R. A. Mazariegos, J. H. Everitt, M. R. Davis, J. V. French, A. W. Scott // Subtrop. PlantSci. — 2003 — N 55. — P. 51—58.
9. Web-site “PhotosynQ” : [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://photosynq.org>. Перевірено: дата 25.07.16
10. Web-site “Publiclab” : [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://publiclab.org>. Перевірено: дата 25.07.16

А. И. Герц, Н. В. Герц

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ
ФОТОРЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА**

В работе описана и обоснована возможность расчета вегетационного индекса нормализованной разницы (NDVI) на основе RGN, RGN изображений. Данный подход позволяет легко определить листья растений с различным содержанием фотосинтетических пигментов.

Показано, что после обработки изображений, которые содержат ближнюю инфракрасную область спектра, программными средствами наиболее фотосинтетически активные участки листовых пластинок представлены зелеными, желтыми и красными пикселями.

Предложенный способ фоторегистрации и расчета индекса нормализованной разницы NDVI, обеспечивает быстрый и дешевый способ распознавания не только здоровых растений, но и участков листовой пластинки, где происходит интенсивный фотосинтез.

Ключевые слова: вегетационный индекс, NDVI, отражение света, спектры отражения листьев, флуоресценция хлорофилла, индукция флуоресценции хлорофилла

A. I. Herts, N. V. Herts

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

**DETECTION OF FUNCTIONAL HETEROGENEITY PHOTOSYNTHETIC APPARATUS
OF PLANTS BY METHOD OF PHOTOGRAPHIC REGISTRATION OF SPECTRUM OF LIGHT
REFLECTION**

In the article the possibility of calculating the normalized difference of vegetation index (NDVI) based on RGN, RGN images is described and demonstrated. This approach makes it easy to identify the leaves of plants with different content of photosynthetic pigments. It is shown, that after software processing of the image, which includes near infrared light (RNN, RGN), photosynthetically active sites of the leaf are represented by green, yellow and red pixels.

The proposed method of calculating the normalized difference vegetation index (NDVI), provides a quick and cheap way to recognize not only the healthy plants but also the photosynthetically active sites of the leaf.

Also, camera and video recording sheet surface reflection radiation in combination with portable fluorimeters can be used to determine the content of chlorophyll in leaves of intact plants and identify local areas of leaf plates, which are under stress.

The research shows that many of the remote sensing methods used in the conventional field over the past decades, it is possible, with some modifications, easily adapted to laboratory conditions

of the study. Of course, still requires further additional studies to determine the spectral properties of major crops and determine when it becomes noticeable stress from lack of nutrients, pests, pathogens and more.

It remains an open question how the technology will work if the analysis of entire plants that grow in greenhouses and under in vitro. In the case of positive results, we get an effective, convenient and inexpensive technology that can quickly assess the physiological status of plants under different growth conditions.

Key words: vegetation index, the NDVI, light reflection, leaves the reflection spectra, fluorescence of chlorophyll, chlorophyll fluorescence induction

Рекомендує до друку

Надійшла 26.05.2016

В. В. Грубінко

УДК 579.843+577.21.004

О. В. ПЕТРЕНКО, В. В. АЛЕКСЕЄНКО

ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського НАМН України»
вул. М. Амосова, 5, Київ, 03680

УДОСКОНАЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ V. CHOLERAЕ O1/NON O1 НА ОСНОВІ МОЛЕКУЛЯРНО- ГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Швидка етіологічна діагностика гострих кишкових інфекцій (ГКІ) залишається серйозною проблемою в системі охорони здоров'я. Для підвищення ефективності лабораторної діагностики вібриозів людини та визначення етіологічного агента проведені молекулярно-генетичні дослідження методом полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР). Використання видоспецифічних праймерів під гени холерних вібріонів, які розкривають їх патогенний потенціал та видову приналежність, дало можливість за короткий термін часу розшифрувати їх біологічні властивості. Порівняння генома штамів *V. cholerae* O1/nonO1 за основними генами патогенності показало їх спорідненість та визначило відмінність у видовій складовій вібріонів. Застосування ПЛР методу у лабораторній практиці забезпечує швидку та надійну ідентифікацію холерного вібріона і насамперед у визначенні його вірулентності.

Ключові слова: V. cholerae O1/nonO1, гени патогенності, вірулентність, ПЛР-діагностика

Холерні вібріони розповсюджені в природі і є природними мешканцями водоймищ в різних географічних зонах, особливо з жарким та помірним кліматом. Вібріони можуть викликати у людей різні хвороби починаючи від ранових інфекцій, циститів, гострих кишкових інфекцій (ГКІ) і закінчуючи особливо небезпечною інфекцією – холерою. Найбільший інтерес прикутий до збудників діареєгенних вібриозів, якими є *Vibrio cholerae* O1, *V. cholerae* O139, *V. cholerae* non O1, які здатні викликати холеру та ГКІ з різними проявами клінічної картини [11, 12]. Основні біологічні властивості холерні вібріони проявляють більш стало, але зі змінами екологічних умов постійно зростає частота виділення атипових холерних вібріонів та все частіше рееструються діареї у людей з «тертою» клінічною картиною, що в свою чергу ускладнює визначення збудника інфекції [1].

Клінічний поліморфізм ГКІ обумовлює першочергове значення лабораторних методів діагностики у визначенні етіологічного агента. Найбільш поширений метод діагностики є бактеріологічний, проте його довгостроковість та ресурсоемність створюють передумови для впровадження нових та інформативних методів досліджень. На сучасному рівні перспективними виступають молекулярно-генетичні методи, серед яких більш швидким,

дешевим та надійним методом є полімеразно-ланцюгова реакція (ПЛР) з використанням високоспецифічних праймерів.

У південних регіонах України періодично виявляють від людей *V. cholerae O1* серогрупи та щорічно виділяють від хворих з діареями *V. cholerae non O1* [2].

У зв'язку з цим **метою** даної роботи було вивчення молекулярно-генетичних властивостей штамів *V. cholerae O1/non O1*, виділених від людей в Україні з послідуочим удосконаленням лабораторної діагностики на основі молекулярно-генетичних досліджень.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використано 35 штамів *V. cholerae O1* та 100 штамів *V. cholerae non O1*, виділених від людей в різні роки в Україні. Вивчення біологічних властивостей холерних вібріонів проводили відповідно Інструкції МОЗ України №167 1997 року «Інструкція по організації та проведенню протихолерних заходів, клініці та лабораторній діагностиці холери» [5]. Виявлення генів патогенності проводили з використанням олігонуклетидних праймерів, наведених у таблиці. Праймери синтезували на фірмі «Синтол» (Росія). Виділення ДНК холерних вібріонів проводилося за допомогою системи «ДНК-сорб-АМ» (Росія). Ампліфікація проходила на апараті «Perkin Elmer-2400» (США). Температурний віджиг для праймерів під гени - *toxR*, *tcpAE*, *zot*, *ace*, *hapA*, *ctxA* - становив 57°C, а для праймерів під гени - *rstR*, *rtxC*, *mshA*, *rstC* - 55°C.

Таблиця

Праймери для виявлення генів холерного вібріона

№ з/п	Гени	Нуклеотидна послідовність праймерів 5'-3'	Розмір амплікону (п.н.)	Посилання
1	<i>ctxA</i>	cgggcagattctagacctcctg cggatgatcttggagcattccac	564	[6]
2	<i>ace</i>	taaggatgtgcttatgatggacacc cgtgatgaataaagatactcatagg	289	[6]
3	<i>zot</i>	tcgcttaacgatggcgctttt aaccctgttcacttctacca	947	[6]
4	<i>rstR</i>	gcaccatgatttaagatgctc tcgagttgtaattcatcaagagtg	501	[7]
5	<i>rstC</i>	aacagctacgggcttattc tgagttgctggatttaggc	238	[8]
6	<i>rtxC</i>	cgacgaagatcattgacgac catcgtcgttatgtggtgc	263	[7]
7	<i>tcpAE</i>	gaagaagttgtaaaagaagaacac gaaaggaccttcttcacgttg	471	[9]
8	<i>hapA</i>	tcaactacaacaccgcagac gaccgacaatcccaagaagag	270	[10]
9	<i>toxR</i>	atgactttgtttggcgagag gattggcttgggttagtgag	397	[10]
10	<i>mshA</i>	acgctagtgggattgggatg gcataaagttgtacagtccc	398	[11]

Облік результатів ампліфікації проводили електрофоретичним методом у 2% агарозному гелі. Візуально під УФ-опромінуванням на транслюмінаторі фіксували наявність або відсутність полоси продукції ампліфікації. Гени *wbeT*, *wbfR* та *Hly* виявляли за допомогою тест-систем фірми «Амплиценс *Vibrio cholerae-FL*» (Росія) у режимі реального часу на ампліфікаторі «Rotor Gene RG-3000» (Австралія). Проведена статистична обробка результатів досліджень [6].

Результати досліджень та їх обговорення

На теперішній час для більшості видів холерних вібріонів секвенований геном, що розкриває генетичну структуру генома та розширює можливості у вивченні біологічних властивостей вібріонів. Знання структури генома дало можливість запровадити в лабораторну практику ПЛР

метод, що дає перевагу у вивченні генетичних детермінант мікроорганізмів, включно холерних вібріонів. Для ідентифікації видового складу холерних вібріонів методом ПЛР використовують специфічні праймери, які виявляють консервативні ділянки діагностично значущих генів та генів вірулентності.

Нами для роботи були використані праймери під гени холерного вібріона, які розкривають вірулентні властивості та видоспецифічність холерного вібріона, а також приймають участь в забезпеченні життєдіяльності і персистенції вібріона. Ключовим фактором вірулентності *V. cholerae* є холерний екзотоксин, який викликає тяжку діарею – основний клінічний симптом при холері. Біосинтез холерного токсина кодується геном *ctxA*, який входить до нитчатого фагу СТХ.

Для виявлення у геномі вивчаємих штамів фага СТХφ, проводили дослідження на наявність генів – *ctxA*, *zot*, *ace* або їх ще називають гени «касети вірулентності», які відповідають за біосинтез різних токсинів. Ген *ctxA*, кодує холерний токсин СТ; ген *ace*, кодує синтез АСЕ токсин; ген *zot*, кодує токсин зонального поглинання ZOT. Наявність профага RS2, який входить до складу нитчатого фага СТХ, виявляли за допомогою гена *rstR*. Профаг RS1, який фланкує з двох сторін фаг СТХ, виявляли за геном *rstC*. Генетичним маркером, який вказував на наявність у геномі вібріонів острова VPI, слугував структурний ген *tcpAE*, який відповідає за токсин корегулюючи пілі адгезії, що виступають основним фактором колонізації кишечника. Належність вібріона до O1 серогрупи виявляли за геном *wbeT*, а до O139 серогрупи - за геном *wbfR*. Тестування на ген *mshA* дозволило отримати відомості про наявність «острова персистенції» EPI, який відповідає не тільки за гемаглютинуючи пілі адгезії IV типу, а й за секрецію білків, необхідних для утворення біоплівки. Ген *hapA*, який кодує продукцію розчинної гемаглютинин/протеази, вказує на здатність вібріонів відкріплюватись від епітелію тонкого кишечника. Ген *toxR*, виступає координатором регуляторної системи, яка контролює експресію ключових генів вірулентності та життєзабезпечення. Видовий ген *Hly*, вказує на наявність в геномі гемолітичного локуса, який контролює синтез термолабільного гемолізину. Ген *rtxC*, який входить до *rtx*-кластеру, що кодує біосинтез RTX-токсина та проявляє цитотоксичну активність. Таким чином, відомості про наявність або відсутність у геномі вивчаємих штамів *V. cholerae* 13 генів з різними функціями та походженням, можуть надати інформацію про особливості структури їх генома та розширити відомості про їх біологічні властивості, а також удосконалити лабораторну діагностику.

Проведені нами ПЛР дослідження 35 штамів *V. cholerae* O1 показали, що 3 (8,6%) штами *V. cholerae* O1, один виділений у 1992 році, а 2 штами у 1993 році, несли у своєму геномі 12 основних генів патогенності, а саме: *ctxA*, *ace*, *zot*, *rstR*, *rstC*, *tcpAE*, *rtxC*, *toxR*, *mshA*, *wbeT*, *hapA*, *Hly* (рис. 1).

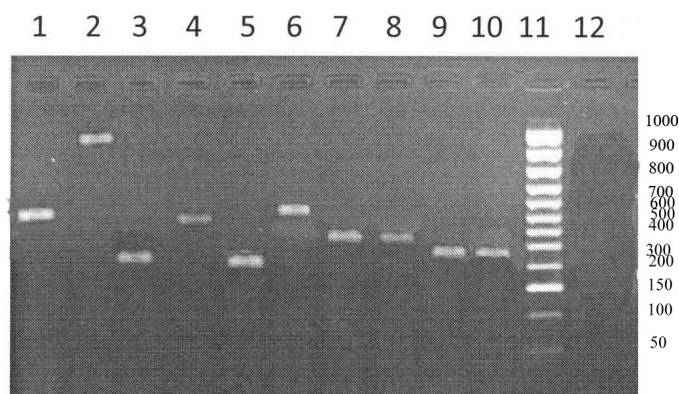


Рис. 1. Наявність генів патогенності в геномі штама №346 *V. cholerae* O1, виділеного у 1992 р.: 1 – *rstR*(501), 2 – *zot*(947), 3 – *rtxC*(263), 4 – *tcpA*(471), 5 – *rstC*(238), 6 – *ctxA*(564), 7 – *toxR*(397), 8 – *mshA*(398), 9 – *ace*(289), 10 – *hapA*(270), 11 – маркер молекулярних мас (50-1000 пар нуклеотидів), 12 – К – негативний контроль.

У геномі даних штамів не було виявлено лише гена *wbfR*, який визначає генетичний локус O139 серогрупи, що було підтверджено серологічними дослідженнями. Виявлення у геномі штамів *V. cholerae* O1 основних генів вірулентності - гена *ctxA* та гена *tcpAE*, вказує на їх здатність викликати холеру.

Слід відмітити, що поява хворих, від яких виділяють холерні вібріони, які мають основні гени патогенності, при відсутності в даний період спалаху холери в Україні, вказує на завезені випадки холери. В даній ситуації були вчасно виявлені хворі і швидко проведена ідентифікація збудника інфекції, що дало можливість провести протиепідемічні заходи з локалізації джерела інфекції. Отже, виявлення холерних вібріонів чи від людей, чи з навколишнього середовища, потребує проведення якомога швидшої ідентифікації, щоб визначити їх вірулентні властивості, які відповідно і вплинуть на проведення протиепідемічних заходів.

Подальші генетичні дослідження 32 штамів *V. cholerae* O1, які були виділені з 1996 по 2012 рік (період без спалахів холери) показали, що вони не мали у своєму геномі основних генів патогенності – *ctxA*, *ace*, *zot*, *rstR*, *rstC*, *wbfR*. Проте в усіх досліджуваних штамів були виявлені гени, які відносяться до так званих життєзабезпечуючих та видоспецифічних генів, а саме гени – *hapA*, *toxR*, *Hly*, *rtxC*, які складають 100% спадковості.

У 5 штамів *V. cholerae* O1, виділених у 1999 році, виявлено ген *tcpAE*, який відповідає за токсин корегулюючи пілі адгезії, тобто дані вібріони здатні колонізувати кишечник людини. Штами *V. cholerae* O1 з набором генів - *ctxA*⁻ *tcpAE*⁺ є потенційно епідемічно небезпечними, тому що наявність на бактеріальній поверхні токсин корегулюючих пілей, які є рецептором для фага СТХф, можуть зумовити їх перетворення в вірулентні в результаті фагової конверсії. Більш того, холерні вібріони *ctxA*⁻ *tcpAE*⁺ можуть бути цінним матеріалом для наступних еволюційних перетворень збудника холери, на основі яких ймовірно виникнення штамів з новими властивостями. Такі холерні вібріони потребують постійного епіднадзора за зміною їх біологічних властивостей.

Водночас, в досліджуваних штамів *V. cholerae* O1 виявлена нестабільність генів *mshA* та *wbeT*. У геномі 9 (28,1%) штамів не виявлено гена *wbeT*, який відповідає за структуру O1-антигену, а у 16 (50,0%) штамів не виявлено гена *mshA*, який відповідає за секрецію білків, необхідних для утворення біоплівки (рис. 2). Також спостерігається різна комбінація даних генів у досліджуваних штамів. У геномі 9 (28,1%) штамів *V. cholerae* O1 не виявлялись водночас два гени *wbeT* і *mshA*, тобто в геномі відсутні як «острів патогенності», так і «острів персистенції». Проте у 7 (21,9%) штамів *V. cholerae* O1 виявлено ген *wbeT*, але ген *mshA* був відсутній, тобто генетичний локус, який відповідає за O1-серогрупу в геномі холерного вібріона виявився більш сталим за генетичний локус, який відповідає за біоплівку і входить до «острова персистенції».

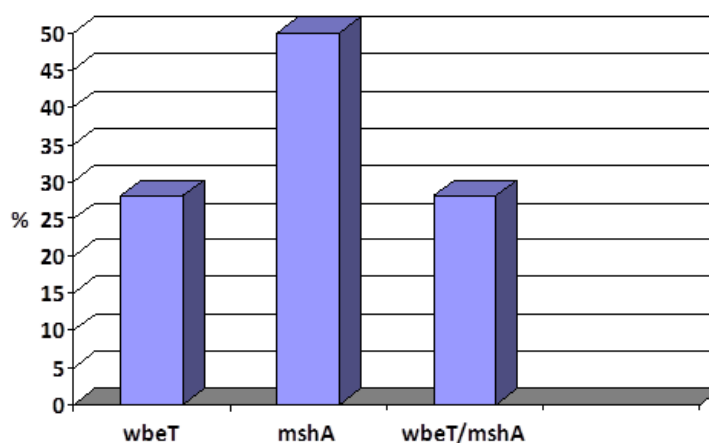


Рис. 2. Відсутність генів *wbeT* та *mshA* в геномі штамів *V. cholerae* O1

Таким чином, молекулярно-генетичні дослідження 32 штамів *V. cholerae O1* показали відсутність в їх геномі основних генів патогенності, що дає можливість віднести їх до авірулентних варіантів *V.cholerae O1*. Відповідно такі холерні вібріони O1 серогрупи не можуть викликати спалах холери, тому вони є безпечними з епідемічної точки зору. Використання ПЛР метода дало значну перевагу перед іншими діагностичними методами у визначенні патогенних властивостей холерних вібріонів.

Крім *V. cholerae O1*, на території України від людей з ознаками діареї, виділяють холерні вібріони які не відносяться до O1 серогрупи, а мають іншу серогрупу. На сьогоднішній день виявлено близько 200 серогруп холерних вібріонів, які різняться між собою за структурою O-антигену. Поширення таких вібріонів, зазвичай, не набуває епідемічного характеру, але вони пов'язані з виникненням гострих кишкових інфекцій у людей і таким чином заслуговують на пристальну увагу у зв'язку з матеріальними витратами на проведення відповідних лікувальних та санітарно-профілактичних заходів. Тому виникає необхідність вивчення молекулярно-генетичної структури геному *V. cholerae non O1* за основними генами патогенності. У зв'язку з цим проведені дослідження дозволили виявити гени патогенності у 100 штамів *V. cholerae non O1*, ізольованих від людей в Україні у 2011–2013 роках.

Результати ПЛР тестування показали, що у геномі усіх штамів *V. cholerae non O1*, незалежно від року їх виділення, не виявлено генів - *ctxA*, *ace*, *zot*, *rstR*, *rstC*, *tcpAE*, *wbeT*, *wbfR*. Лише у геномі 15 (15 %) штамів *V. cholerae non O1* виявлено ген *mshA*, який пов'язують з утворенням біоплівки. У 95 (95%) штамів виявлено ген *hapA*, який відповідає за здатність продукувати розчинну ГА/протеазу та ген *toxR*, який виступає координатором регуляторної системи, яка контролює експресію ключових генів вірулентності та життєзабезпечення. Найбільш консервативними генами у штамів *V. cholerae non O1* виявились гени *Hly* і *rtxC*, які виявляються у 100%. Ген *Hly* контролює синтез гемолізину і існує в геномі вібріонів незалежно від їх серогруп та біоварів. Водночас ген *rtxC*, який входить до RTX кластеру, що кодує біосинтез RTX-токсина та проявляє цитотоксичну дію, також є невід'ємною складовою генома холерних вібріонів.

Варто зауважити, що наявність генів *Hly* і *rtxC* у геномі *V. cholerae non O1* та вірулентних/авірулентних *V. cholerae O1* засвідчує той факт, що ці гени є життєвонеобхідними для холерних вібріонів. Крім того, результати досліджень показали, що до життєвонеобхідних можна віднести і гени *hapA* та *toxR*, адже вони виявлені у 95 % штамів *V. cholerae non O1* та у 100% *V. cholerae O1*.

Якщо провести порівняння структури геному штамів *V. cholerae non O1* з геномом вірулентних/авірулентних штамів *V. cholerae O1* за основними генами патогенності, то можна відмітити, що він суттєво відрізняється від вірулентних штамів холерних вібріонів і незначно від авірулентних штамів (рис. 3).

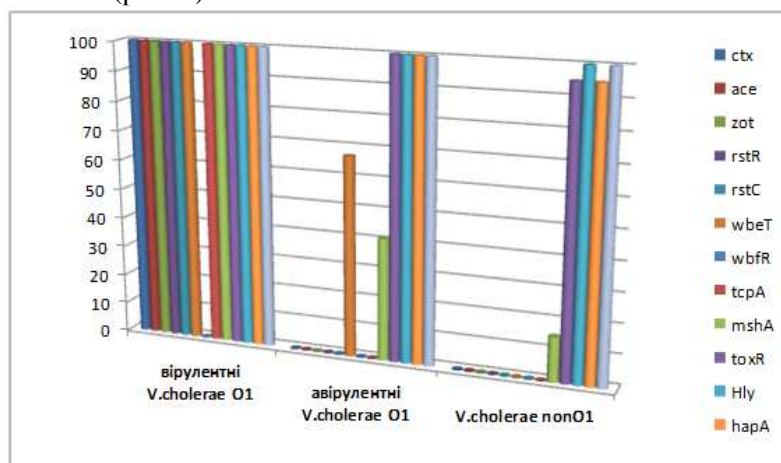


Рис. 3. Наявність генів патогенності у геномі вірулентних/авірулентних *V. cholerae O1* та *V. cholerae non O1*.

Так, геном авірулентних штамів *V. cholerae* O1 та *V. cholerae* non O1 не мають у своєму складі основних генетичних локусів вірулентності – СТХф, RS2ф, RS1ф, TCP, що притаманні геному вірулентних холерних вібріонів. Відповідно такі холерні вібріони не можуть викликати спалах холери, тому вони є безпечними з епідемічної точки зору.

Водночас, геном авірулентних штамів *V. cholerae* O1 та *V. cholerae* non O1 виявляється значно ближчими за наявністю генів, які пов'язані з видоспецифічністю та персистенцією – *rtxC*, *toxR*, *mshA*, *hapA*, *Hly*. Наявність генетичного локуса *wbe* у геномі холерних вібріонів виступає розподільною межею між *V. cholerae* O1 та *V. cholerae* non O1, так як він притаманний лише для холерних вібріонів O1 серогрупи.

Отже, результати досліджень показали, що використовуючи лише ПЛР метод можна чітко визначити, якими біологічними властивостями володіють досліджувані штами холерних вібріонів, включно і їх патогенний потенціал.

Висновки

Молекулярно-генетична характеристика штамів *V. cholerae* O1 та *V. cholerae* non O1, які були виділені від хворих в Україні, дозволила створити їх «геномний портрет», який розкриває спорідненість та відмінність вібріонів за основними генами патогенності і видоспецифічності. Це дає можливість застосовувати ПЛР метод як провідний в лабораторній практиці і тим самим пришвидчити проведення ідентифікації холерних вібріонів і забезпечити проведення лабораторного моніторингу за біологічними властивостями *V. cholerae* O1/nonO1 на молекулярно-генетичному рівні.

1. *Атипичные* штаммы холерного вибриона Эль-Тор, выделенные от людей / [Н. И. Смирнова, В. В. Кутырев, Е. А. Костромитина и др.] // Эпидем. и инфекц. болезни. — 2005. — № 5. — С. 15—20.
2. *Біологічні* властивості холерних вібріонів, виділених на території України у 2011 році / Інформаційно-аналітичне повідомлення ДЗ "Українська протичумна станція МОЗ України". — Сімферополь. — 2012. — 19 с.
3. *Вариабельность* генома измененных вариантов *Vibrio cholerae* биовара эль-тор, изолированных на территории России в современный период / [Н.И. Смирнова, С.П. Заднова, А.В. Шашкова и др.] // Мол. генет., микробиол. и вирусол. — 2011. — № 3. — С. 11—17.
4. *Изучение* распространенности основных генов вирулентности среди различных штаммов *Vibrio cholerae* El-Tor для определения их эпидемической значимости / [Н. И. Смирнова, О. А. Кириллина, Н. Б. Челдышова и др.] // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. — 2001. — N. 3. — С. 23—28.
5. *Інструкція* по організації та проведення протихолерних заходів, клініці та лабораторній діагностиці холери / МОЗ України №167. — Офіц. вид. — К.: Полімед, 1997. — 123 с. — (Нормативний документ МОЗ України).
6. *Стрелков Р. Б.* Статистические таблицы для экспресс-обработки экспериментального и клинического материала / Р. Б. Стрелков / Методические рекомендации. — Обнинск. 1980. — 19 с.
7. *Evolutionary Genetic Analysis of the Emergence of Epidemic Vibrio cholerae* Isolates on the Basis of Comparative Nucleotide Sequence Analysis and Multilocus Virulence Gene Profiles / [Y. A. O'Shea, F.J. Reen, A. M. Quirke et al.] // J. Clin. Microbiol. — 2004. — Vol. 42(10). — P. 4657—4671.
8. *Minor pilin subunits are conserved in Vibrio cholerae type IV pili* / [C. Toma, H. Kuroki, N. Nakasono et al.] // FEMS Immun. Med. Microbiol. — 2002. — Vol. 33. — P. 35—40.
9. *Molecular Analysis of non-O1, non-O139 Vibrio cholerae associated with an unusual upsurge in the incidence of cholera-like disease in Calcutta, India* / [C. Sharma, M. Thungapathra, A. Ghosh et al.] // J. Clin. Microbiology. — 1998. — Vol. 36, No. 3. — P. 756—763.
10. *Molecular analyses of Vibrio cholerae O1, O139, non-O1 and non-O139 strains: clonal relationships between clinical and environmental isolates* / D.V. Singh, H.M. Matte, G.R. Matte [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. — 2001. — Vol. 67, No 2. — P. 910—921.
11. *Morris J. G.* Non-O group 1 *Vibrio cholerae*: a look at the epidemiology of an occasional pathogen / J. G. Morris // Epidemiol Rev. — 1990. — Vol. 12. — P. 179—191.
12. *Reidl J.* *Vibrio cholerae* and cholera: out of the water and into the host / Joachim Reidl, Karl E. Klose // FEMS Microbiol. Rev. — 2002. — Vol. 26. — P. 125—139.

Е. В. Петренко, В. В. Алексеенко

ГУ «Институт эпидемиологии и инфекционных болезней имени Л. В. Громашевского НАМН Украины», Киев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ *V. CHOLERAЕ O1 / NON O1* НА ОСНОВЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Быстрая этиологическая диагностика острых кишечных инфекций (ОКИ) остается серьезной проблемой в системе охраны здоровья людей. Для повышения эффективности лабораторной диагностики вибриозов человека и определения этиологического агента проведены молекулярно-генетические исследования методом полимеразно-цепной реакции (ПЦР). Использование видоспецифичных праймеров под гены холерных вибрионов, которые раскрывают их патогенный потенциал и видовую принадлежность, дало возможность за короткий срок времени расшифровать их биологические свойства. Сравнение генома штаммов *V. cholerae O1/nonO1* за основными генами патогенности показало их родство и определило отличие в видовой составляющей вибрионов. Применение ПЦР метода в лабораторной практике обеспечивает быструю и надежную идентификацию холерного вибриона и в первую очередь в определении его вирулентности.

Ключевые слова: *V. cholerae O1/nonO1*, гены патогенности, вирулентность, ПЦР-диагностика

O. V. Petrenko, V. V. Alekseenko

Gromashevsky Institute of Epidemiology and Infectious Diseases of NAMS in Ukraine

ENHANCED LABORATORY DIAGNOSTICS OF *V. CHOLERAЕ O1/NON O1* BASED ON MOLECULAR-GENETIC RESEARCH

Prompt etiological diagnosis of acute enteric infections (AEI) remains a major concern in public health. Clinical polymorphism of AEI emphasizes role of laboratory diagnostics in etiological agent identification. Bacteriological method of diagnostics is most common, but its high time and resources cost creates favorable conditions for new informative research methods. One of the state-of-the-art promising methods is molecular genetic, with polymerase chain reaction (PCR) using highly specific primers being most rapid, low cost and reliable. In order to enhance laboratory diagnostics of human vibrioses and to study biological properties of cholera vibrios, PCR studies of 35 strains of *V. cholerae O1* and 100 strains of *V. cholerae non O1* isolated from patients in Ukraine in various years were conducted. Research to identify species of cholera vibrios was performed by testing the genome of all studied *V. cholerae* strains for presence of 13 genes with different functions and origin.

Study of 35 strains of *V. cholerae O1* indicated that 3 (8,6%) strains *V. cholerae O1* (one strain was isolated in 1992, and two strains in 1993) had 12 major pathogenic genes: *ctxA*, which produces cholera toxin; *ace* and *zot*, which produce Ace and Zot toxins; *rstR*, repressor of *rstA* gene from RS2 prophage, which is responsible for phage CTX ϕ replication; *rstC*, gene from RS1 prophage, antirepressor of *rstR* gene; *tcpAE*, responsible for coregulated pili toxin, which is an essential intestinal colonization factor; *rtxC*, regulatory gene from *rtx* cluster that encodes synthesis of RTX toxin; *toxR*, major gene of regulatory system that controls expression of key virulence and vital functions genes; *mshA*, which encodes mannose-sensitive hemagglutinin pilus IV adhesion type; *wbeT*, which is responsible for biosynthesis of O1 serogroup; *hapA*, which encodes soluble hemagglutinin/protease; structural gene *Hly*, for Hly haemolysin synthesis. Genomes of these strains did not contain only the *wbfR* gene which indicates genetic locus of O139 serogroup. Presence of 12 major pathogenic genes in *V. cholerae O1*, especially genes *ctxA* and *tcpAE*, indicates their virulent properties, which allows them to cause cholera.

It is worth mentioning that appearance of patients from which cholera vibrios with major pathogenic genes were isolated during a non-outbreak period in Ukraine is an indication of endemic cases of cholera. Under the circumstances, patients were timely diagnosed and etiological agent was identified, which offered the opportunity to conduct epidemic countermeasures and locate source of infection.

Further genetic research of 32 *V. cholerae O1* strains isolated from 1996 to 2012 (non-outbreak years) has shown that they had no major pathogenic genes in their genome – *ctxA*, *ace*, *zot*, *rstR*, *rstC*,

wbfR. On the other hand, all researched strains contained vital functions and species-specific genes, notably *hapA*, *toxR*, *Hly*, *rtxC* which are 100% inherited. 5 strains of *V.cholerae O1* isolated in 1999 had *tcpAE* gene which is responsible for coregulated pili toxin adhesion. There was no *wbeT* gene present in the genome of 9 (28,1%) strains, and 16 (50,0%) strains had no *mshA* gene. Genome of 9 (28,1%) *V.cholerae O1* strains lacked both *wbeT* and *mshA* genes.

Therefore, molecular genetic study of 32 *V.cholerae O1* strains indicated absence of major pathogenic genes in their genome, which allows to classify them as avirulent variants of *V.cholerae O1*. Therefore, such cholera vibrios of O1 serogroup can't cause cholera outbreak so they are safe from epidemiological point of view.

The results of PCR testing of 100 *V.cholerae non O1* strains isolated from patients in Ukraine in 2011-2013 indicated that genomes of all studied strains contained no *ctxA*, *ace*, *zot*, *rstR*, *rstC*, *tcpAE*, *wbeT*, *wbfR* genes. Only 15% strains of *V.cholerae non O1* contained gene *mshA*, and 95% strains had genes *hapA* and *toxR*. Most conservative genes of *V.cholerae non O1* strains are genes *Hly* and *rtxC*, which were found in 100% of studied strains.

It is worth mentioning that presence of *Hly* and *rtxC* genes in the genomes of *V.cholerae non O1* and virulent/avirulent *V.cholerae O1* proves that they are critically important for functioning of cholera vibrios. The results obtained also indicate high importance of genes *hapA* and *toxR*, since they were found in 95 % of *V.cholerae non O1* strains and in 100% of *V.cholerae O1* strains.

After comparing the genome structure of *V.cholerae non O1* with the genomes of virulent/avirulent strains of *V.cholerae O1* by major pathogenic genes, a significant difference from virulent strains and insignificant difference from avirulent strains was found. Both avirulent *V.cholerae O1* strains and *V.cholerae non O1* strains don't have major virulence locuses CTX ϕ , RS2 ϕ , RS1 ϕ , TCP which are typical of virulent strains. Therefore such cholera vibrios can't cause cholera outbreak so they are epidemiologically safe. At the same time, genomes of avirulent strains of *V.cholerae O1* and *V.cholerae non O1* were found very similar by presence of genes responsible for type specificity and persistency – *rtxC*, *toxR*, *mshA*, *hapA*, *Hly*.

It is also important to mention that presence of *wbe* locus in the genome of cholera vibrios is a decisive factor between *V.cholerae O1* and *V.cholerae non O1*, because it is present only in the vibrios of O1 serogroup. Therefore, research indicates that biological properties and pathogenic potential of studied cholera vibrio strains can be clearly determined using only PCR method. This allows PCR to be used as primary method in laboratory practice and increase the speed of cholera vibrio identification.

Key words: V. cholerae O1/nonO1, pathogenic genes, virulence, PCR diagnostics

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 29.04.2016

УДК 58.02:582.683.2:577.152

С. М. РОМАНЧУК

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

ВПЛИВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА АКТИВНІСТЬ β - ГЛЮКОЗИДАЗИ В ПРОРОСТКАХ *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.

Досліджено вплив рентгенівських променів в дозах 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 та 12 Гр на активність β -глюкозидази в проростках *Arabidopsis thaliana*. Показано, що рентгенівське випромінювання

змінює активність β -глюкозидази. Виявлено розбіжності в показниках β -глюкозидазної активності при різних дозах рентгенівських променів. Розглянуто показники активності β -глюкозидази, як молекулярний маркер на дію іонізуючої радіації.

Ключові слова: рентгенівське опромінення, *Arabidopsis thaliana*, активність β -глюкозидази

Вступ. В середовищі пілотованого космічного апарату на рослини діє ряд несприятливих чинників, головними з яких є мікрогравітація та радіаційне випромінювання (космічна радіація). Космічне випромінювання в основному представлене іонізуючою радіацією, до якої, на ряду з іншими видами, відносяться рентгенівські промені та гамма випромінювання [24]. Дози опромінення постійно змінюються і залежать головним чином від рівня сонячної активності, параметрів орбіти та розташування космічного апарату відносно Землі [13].

Відомо, що радіорезистентність рослин залежить від виду та індивідуальних особливостей. Дослідження впливу рентгенівських променів в дозах 0.3, 10, 50 та 100 Гр на листки квасолі звичайної та квасолі карликової показало, що навіть при високих рівнях радіації, загальна анатомічна структура квасолі не відрізнялася від контролю. Лише при дозі в 100 Гр відбувалось збільшення числа хлоропластів в клітинах мезофілу та накопичення в цих структурах фенольних сполук. Оскільки фенольні сполуки є природними екранами, які знижують окислювальні процеси в клітині, припускається, що вони беруть участь у радіорезистентності видів квасолі звичайної та квасолі карликової. Проте, зменшення розміру хлоропластів та зниження вмісту хлорофілу показує, що при високих рівнях радіації фотосинтез все ж таки порушується [9, 10].

Завдяки здатності змінювати фізіологічну активність у відповідь на стрес, що істотно залежить від пластичності функціонування органел, рослини адаптуються до умов космічного польоту [3, 14, 20]. Види родини Brassicaceae характеризуються наявністю в клітинах білкових тілець, що є похідними гранулярного ендоплазматичного ретикулуму (ГЕР) і тому отримали назву ЕР-тілець. Вони утворюються як локальні розширення ГЕР, в яких накопичується білок β -глюкозидаза, що є головним компонентом ЕР-тілець [16, 21]. β -глюкозидаза (глюкозидглюкогідролаза, КФ 3.2.1.21) належить до класу гідролаз, що каталізує гідроліз β -глюкозидних зв'язків в аріл- та алкіл- β -D-глюкозидах, глюкопротеїнах, глюколіпідах та в β -подібних олігосахаридих [25]. Цей ензим присутній у клітинах прокариот та еукаріот, але найменше вивчений в рослин [1, 5, 23]. Варто відмітити, що види Brassicaceae вважаються достатньо стійкими до опромінення іонізуючою радіацією. Згідно з даними НАСА (США) на орбітальній станції в межах кабіни космічного корабля дози, які впливають на живі організми коливаються в діапазоні від 5 до 12 мкГр за годину [13]. Вплив цих доз на рослини достовірно невідомий, тому метою нашої роботи було дослідити вплив рентгенівських променів на ріст проростків *A. thaliana* та основний молекулярний маркер β -глюкозидазу.

Матеріал і методи досліджень

Контроль. 3- та 13-добові проростки *A. thaliana* (L.) Неунгеко типу Columbia (Col-0) слугували контролем. Проростки вирощували з насіння, яке було попередньо стерилізоване «білизною» та 70°-ним спиртом, на агаризованому мінеральному середовищі MS [18] в двох чашках Петрі діаметром 12 см; в кожній чашці було по 200 проростків. Проростки росли за освітлення 12000 лк (з фотоперіодом 16 годин освітлення та 8 годин темряви) при температурі 23±1 °C та відносній вологості повітря 67±1 %.

Дослід. В досліді мали 3- та 13-добові проростки *A. Thaliana* (L.) Неунгеко типу Columbia (Col-0). 3-добові проростки опромінювали рентгенівськими променями на приладі РУМ-17 (потужність дози 0,43 сГр/сек), в дозах 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 та 12 Гр в окремих чашках Петрі для кожної дози; в кожній чашці було по 200 проростків. Температура, умови росту та освітлення були ідентичними контролю.

Опромінені проростки досліджували через 2 години та 10 діб після опромінення. Для контролю використовували проростки того самого віку, однак не опромінені.

Активність β -глюкозидази визначали за методом [17] з модифікаціями. 100 мг проростків *A. thaliana* гомогенізували в 1.5 мл 0.05 М фосфатного буферу (pH 7.0) та лишали на одну годину. Потім центрифугували протягом 10 хв при 8000g. Відбирали по 200 мкл супернатанту,

додавали до нього 200 мкл 0.1 М розчину 4-нітрофеніл-β-D-глюкопіранозиду на 0.1 М фосфатному буфері (рН 7.0). Інкубували в термостаті при 37°C протягом 40 хв. Реакцію зупиняли додаванням 0.25 М Na₂CO₃ (рН 9.0). Визначення оптичної густини проводили на спектрофотометрі СФ-2000 при довжині хвилі 420 нм. Концентрацію білків визначали за методом Бредфорд [11]. Активність β-глюкозидази визначали за кількістю 4-нітрофенолу, який утворюється під час реакції. Отримані одиниці вимірювання виражали як нМ 4-нітрофенолу/год/мг білку (далі одиниці активності).

Усі досліди проводили в трьох біологічних та трьох аналітичних повторях. Одержані результати були статистично достовірні при $P < 0,05$. Розрахунки та побудови діаграм виконували за допомогою прикладної програми Microsoft Excel 2000.

Результати досліджень та їх обговорення

У контролі 3-добові проростки мали темно-зелені сім'ядольні листки з цільною листовою пластинкою, овальні за формою. Первинний корінь мав зачатки бічних коренів. 13-добові проростки контролю мали розетку правильної форми, тобто мали чотири листки розетки більше 1 мм [7]. Листки розетки були овальні за формою, зубчасті по краям та мали насичений зелений колір. Корінь складався з головного кореня та розгалужених бічних коренів. Листки розетки та корінь 3- і 13-добових проростків були в тургорі. Після опромінення рентгенівськими променями морфологія 3- та 13-добових проростків, включаючи розмір, колір і тургистентність листків розетки та первинного кореня були подібні до контролю (детальний опис морфології та анатомії проростків *A. Thaliana* буде даний в наступному повідомленні).

Активність β-глюкозидази в контрольних 3-добових проростків становила 0,42 од. акт. β-глюкозидазна активність через 2 години після рентгенівського опромінення різними дозами змінювалась. Ці зміни показані на рис. 1. Збільшення дози опромінення сприяло нелінійному підвищенню активності ензиму.

Дані представлені на рис. 1. обрахували, прийнявши показники активності β-глюкозидази в контролі за 100%, а величини змін по дозах – за X. Найвищу активність β-глюкозидаза виявила при дозах 0.5, 8 і 12 Гр та була вищою від контролю більш, ніж в два рази (рис. 2). Збільшення активності β-глюкозидази через 2 години після опромінення рентгенівськими променями порівняно з контролем може свідчити про участь цього ензиму в реакціях клітини на дію іонізуючої радіації на ряду з іншими стресами. Збільшення кількості ЕР-тілець та підвищення активності β-глюкозидази в *A. thaliana*, порівняно з контролем, спостерігалось при механічному пошкодженні, поїданні травоядними комахами та тваринами, дії патогенів, обробці хімічними речовинами, за умов кліностагування та дії рентгенівських променів [12, 15, 19, 22].

За даними літератури при дозі 0.5 Гр кількість пошкоджень ДНК в тридобових проростків *A. thaliana* досягала певного порогового значення, яке клітини сприймали як сигнал до індукції та реалізації адаптивних реакцій, в тому числі до активації репаративних систем [4]. Оскільки в наших дослідженнях найвища активність β-глюкозидази була в 3-добових проростках *A. Thaliana* через 2 години після опромінення при дозі 0.5 Гр, можемо припустити, що така доза є сигнальною для активації підвищення активності β-глюкозидази.

У контрольних 13-добових проростків β-глюкозидазна активність становила 0,38 од. акт., що, згідно перерахунку за вище вказаною формулою, становить 100%. Результати визначення активності β-глюкозидази на 10-ту добу після опромінення різними дозами рентгенівських променів представлені на рис. 1 та рис. 3. Проаналізувавши дані, можемо вважати, що β-глюкозидазна активність була не достовірно вищою від контролю.

Нами вперше показано, що найбільш реактивною була доза 8 Гр, ефект від якої зберігався впродовж 10-ти діб від моменту опромінення. Активність β-глюкозидаз 13-добових проростках за цієї дози була в 1,5 рази більшою від контролю. Можемо припустити, що β-глюкозидаза, як ензим, що належить до класу гідролаз, підвищує гідролітичні процеси, які спрямовуються на відновлення клітини після впливу рентгенівськими променями.

Клітини рослин активно реагують на вплив іонізуючої радіації. Однією з таких реакцій є зміна активності ензимів, зокрема гідролітичних. Встановлено залежність підвищення рибонуклеазної активності від доз опромінення іонізуючої радіації в онтогенезі *Linum*

usitatissimum. 15-добові вегетативні рослини льону піддавали дії різних доз гострого рентгенівського (1, 3, 5 та 15 Гр) та УФ-В опромінення (4,5; 8,5; та 12 кДж/м²). Показано, що із поступовим підвищенням дози опромінення на різних стадіях онтогенезу та в процесі старіння відбувається підвищення активності рибонуклеази в листках льону, як відповідь на дію короткохвильового УФ-В та іонізуючого рентгенівського опромінення [2]. Вивчено динаміку α -амілазної активності в коренях різного віку *Pisum sativum* при дії гамма променів. Насіння гороху в повітряно-сухому стані опромінювали гамма-променями в дозах 2, 5, 10, 50 Гр. Через 12 та 18 годин від початку пророщування насіння визначали активність α -амілази в первинних коренях цитохімічним методом. Із збільшенням дози опромінення активність α -амілази зменшувалась щодо контролю. При цьому зменшення активності даного ензиму на 18-ту годину від початку замочування зерна було помітним, ніж на 12-ту годину. Показано, що функціонування α -амілази входить до комплексу механізмів, які беруть участь у протидії на вплив іонізуючої радіації [8].

Показано, що при обробці кінетином та епібрасинолідом за короткострокового (до однієї доби) дефіциту кисню і підвищених концентраціях CO₂ активність β -глюкозидази в листках розетки проростків гороху зростала в 1,5-3 рази від 5- до 10-денного віку, а потім різко знижувалась [6]. Як нами досліджено, через 2 години після опромінення активність β -глюкозидази в 3-добових проростках *A. Thaliana* піднімалась в 1,5-2,5 рази порівняно з контролем, а на 10-ту добу після опромінення падала. Це може свідчити про те, що за такий період захисні реакції рослинних клітин *A. thaliana* на дію іонізуючої радіації набувають адаптивного характеру, ключову роль в яких виконує β -глюкозидаза.

Не зважаючи на те, що за зовнішнім виглядом опроміненні проростки не відрізнялись від контролю, на молекулярному рівні зміни відбувались, які проявились в зміні активності β -глюкозидази, що може бути молекулярним маркером на дію іонізуючої радіації. Нами показано, що вплив рентгенівських променів призводить до збільшення активності β -глюкозидази. Тому вважаємо, що цей ензим, як головний компонент ЕР-тілець, виконує захисну функцію в клітинах *A. thaliana*.

Залежність активності β -глюкозидази від дози опромінення є нерівнозначною, тому питання про відповідь рослин *A. thaliana* на дозу рентгенівських променів залишається відкритим.

Висновки

Дія рентгенівських променів в дозах 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 та 12 Гр на проростки *A. Thaliana* не впливає на зміну морфології цих рослин.

Опромінення рентгенівськими променями в дозах від 0,5 до 12 Гр змінює активність β -глюкозидази в проростках *A. thaliana*. Найбільш реактивною для цих рослин є доза 8 Гр.

1. Беккер Е. Г. Реакции трансглюкозилирования, катализируемые β -глюкозидазой из *Aspergillus japonicas* в присутствии модельных соединений лигнина / Е. Г. Беккер, А. В. Гусаков, А. П. Сеницын // Прикладная биохимия и микробиология. — 1991. — Т. 27, Вып. 4. — С. 482—485.
2. Берестяна А. М. Зміни рибонуклеазної активності опромінених УФ-В та рентгенівською радіацією сім'ядольних листків *Linum usitatissimum* у процесі старіння / А. М. Берестяна, Д. М. Гродзинський // Доп. НАН України. — 2014. — № 12. — С. 142—151.
3. Брыков В. А. Метаболическая активность митохондрий корней гороха в условиях моделированной микрогравитации / В. А. Брыков, И. П. Генерозова, А. Г. Шугаев, Е. Л. Кордюм // Доп. НАН України. — 2011. — № 9. — С. 142—146.
4. Данильченко О. О. Радіоадаптивна відповідь, індукована ультрафіолетовим випроміненням, у рослин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.01 "Радіобіологія" / О. О. Данильченко. — К., 2005. — 24. [1] с
5. Демидов В. М. Нормалізація активності глюकोзидаз перитонеальної рідини як критерій протиспайкової ефективності ендогенних пептидів за умов спайкової хвороби / В. М. Демидов, С. М. Демидов // Український Журнал Хірургії. — 2009. — № 5. — С. 74—78.
6. Еремина Н. А. Влияние гипоксии и повышенных концентраций диоксида углерода на внутриклеточную компартментацию свободных аминокислот и активность β -глюкозидазы растений: дис. ... канд. биол. наук : 03.00.12 / Н. А. Еремина. — Воронеж, 2007. — 281 с.

7. Козеко Л. Є. Вплив радіціколу, інгібітору шаперонів HS90, на ріст проростків *Arabidopsis thaliana* після гамма-опромінення / Л. Є. Козеко / Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. — 2015. — № 1(34). — С. 14—21.
8. Міхєєв О. М. Системність механізмів радіогермесисних ефектів у рослин / О. М. Міхєєв, Л. Г. Овсяннікова, Л. В. Войтенко, В. В. Жук, академік НАН України Д. М. Гродзинський. // Доп. НАН України. — 2016. — № 4. — С. 106—110.
9. Arena C. Growth alteration and leaf biochemical responses in *Phaseolus vulgaris* exposed to different doses of ionizing radiation / C. Arena, V. Micco, A. Maio // Plant biology. — 2014. — Vol. 16(1). — P. 194—202.
10. Arena C. Response of *Phaseolus vulgaris* L. plants to low-let ionizing radiation: growth and oxidative stress / C. Arena, V. Micco, G. Aronne et al. // Acta Astronautica. — 2013. — Vol. 91. — P. 107—114.
11. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M. M. Bradford // Analytical Biochemistry. — 1976. — 72. — P. 248—254.
12. Hayashi Y. A proteinase-storing body that prepares for cell death or stresses in the epidermal cells of *Arabidopsis* / Y. Hayashi, K. Yamada, T. Shimada et al. // Plant Cell Physiol. — 2001. — 42. — P. 894—899.
13. International space station internal radiation monitoring — 07.14.16. Режим доступу: http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/1043.htm
14. Kochubey S. M. Microgravity affects the photosynthetic apparatus of *Brassica rapa* L. / S. M. Kochubey, N. I. Adamchuk, E. I. Kordyum, J. A. Guikema // Plant Biosystems. — 2004. — Vol. 138(1). — P. 1—9.
15. Matsushima R. An endoplasmic reticulum derived structure that is induced under stress conditions in *Arabidopsis* / R. Matsushima, Y. Hayashi, M. Kondo et al. // Plant Physiol. — 2002. — N. 130. — P. 1807—1814.
16. Matsushima R. A novel ER-derived compartment, the ERbody, selectively accumulates a β -glucosidase with an ER retention signal in *Arabidopsis* / R. Matsushima, M. Kondo, M. Nishimura, I. Hara-Nishimura // Plant. J. — 2003. — No.33. — P. 493—502.
17. Matsuura M. Objectionable flavor of soy milk developed during the soaking of soybeans and its control / M. Matsuura, A. Obata, D. Fukushima // Journal Food Science, Chicago. — 1989. — Vol. 54(3). — P. 602—605.
18. Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol. Plant. — 1962. — Vol. 15(13). — P. 473—497.
19. Nagano A. J. Antagonistic jacalin-related lectins regulate the size of ER body-type β -glucosidase complexes in *Arabidopsis thaliana* / A. J. Nagano, Y. Fukao, M. Fujiwara et al. // Plant Cell Physiol. — 2008. — 49. — P. 969—980.
20. Nedukha E. M. Effects of microgravity on the structure and function of plant cell walls / E. M. Nedukha // Int. Rev. Cytol. — 1996. — Vol. 170. — P. 39—77.
21. Ogasawara K. Constitutive and inducible ER bodies of *Arabidopsis thaliana* accumulated distinct β -glucosidases / K. Ogasawara, K. Yamada, J. T. Christeller et al. // Plant Cell Physiol. — 2009. — Vol. 50(3). — P. 480—488.
22. Romanchuk S. ER bodies in *Arabidopsis thaliana* root apices under clinorotation and after X-Ray irradiation / S. Romanchuk // 9th International Conference “Plant Functioning Under Environmental Stress”, Institute of Plant Physiology, PAS, Cracow, Poland. — 2013. — P. 185—192.
23. Takashi A. A cell wall-bound β -glucosidase from germinated rice: purification and properties / A. Takashi, K. Nanae // Phytochemistry. — 1998. — Vol. 48. — P. 49—54.
24. What is space radiation? – Space radiation analysis group – NASA, JSC. Режим доступу: <http://www.srag-nt.jsc.nasa.gov/spaceradiation/what/what.cfm>
25. Xu Z. Functional genomic analysis of *Arabidopsis thaliana* glycoside hydrolase family 1 / Z. Xu, L. Escamilla-Trevino, L. Zenet et al. // Plant Mol. Biol. — 2004. — 55. — P. 343—367.

С. М. Романчук

Інститут ботаніки імені Н. Г. Холодного НАН України

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ В-ГЛЮКОЗИДАЗЫ В ПРОРОСТКАХ *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) НЕУНН.

Исследовано влияние рентгеновских лучей в дозах 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 и 12 Гр на активность β -глюкозидазы в проростках *Arabidopsis thaliana*. Показано, что рентгеновское облучение изменяет активность β -глюкозидазы. Выявлены расхождения в показателях β -глюкозидазной активности при различных дозах рентгеновских лучей. Рассмотрены показатели активности β -глюкозидазы как молекулярный маркер на действие ионизирующей радиации.

Ключевые слова: рентгеновское облучение, *Arabidopsis thaliana*, активность β -глюкозидазы

S. M. Romanchuk

M. G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine

INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON THE β -GLUCOSIDASE

The article deals with the influence of X-ray radiation on the β -glucosidase activity of *Arabidopsis thaliana* 3- and 13-day-old seedlings grown in the stationary conditions.

The *Brassicaceae* family is characterized by the presence of ER bodies in plant cells, which are derivative of granular endoplasmic reticulum. The research demonstrates that an enzyme β -glucosidase with an ER retention signal selectively accumulates in *A. thaliana* ER bodies. β -glucosidase (EC 3.2.1.21) catalyzes the hydrolysis of aryl- and alkyl- β -glucosides, releasing glucose and aglycone. This enzyme is known to perform a protective function in responses to different unfavorable factors. The study has proved that ER bodies are highly susceptible and sensitive to injuries, mechanical pressure, influence of toxic substances, pathogen lesions, insect bites and clinorotation. It has been recently reported that formation of ER bodies in *A. thaliana* roots is sensitive to the influence of X-ray radiation since their quantity and size increase under X-ray radiation. In addition, ER bodies develop greater variability after X-ray radiation at a dose of 8 Gy. The level of β -glucosidase in the ER bodies has increased. The family Brassicaceae is quite resistant to irradiation. Therefore, the primary concern of this research is to study the effect of X-ray radiation on the β -glucosidase activity of *A. thaliana* seedlings.

Seeds of *A. thaliana* (line Columbia) were sterilized and then sown on the MS mineral medium. Seedlings have been growing for 3 and 13 days. Some of the 3-day-old seedlings were treated with X-ray radiation in dose of 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 Gy on the unit RUM-17 (Russia) (dose rate 0.43 cGr/sec). Seedlings were examined for two hours (3-day-old seedlings) and 10 days (13-day-old seedlings) as exposed to X-ray radiation. The control group was composed of seedlings of the same age but without such an exposure. To determine β -glucosidase activity we applied a modified method of Matsuura et al. (1989), using the synthetic substrate p-nitrophenyl- β -D-glucopyranoside. The absorbance was measured in a spectrophotometer Specord M40, at 420 nm. Protein determinations were performed colorimetrically (Bradford, 1976). A unit of enzyme action was defined as the amount of enzyme which would release 1.0 mg of 4-nitrophenol in 40 minutes of reaction in 100 mg of *A. thaliana* sample. All experiments were carried out in three biological and three analytical repetitions.

The conducted research showed that leaves of 3-day-old *A. thaliana* seedlings from control group were small, round-shaped and of dark green color. The main root showed emerging lateral roots. In control group, the rosette of 13-day-old seedlings was of proper form. Besides, it was made up of four leaves, each more than 1 mm in size. These leaves were oval-shaped, serrated on the edges and of rich green color. The root included a main root and branching lateral roots. Organs of 3- and 13-day-old *A. thaliana* seedlings did not show any signs of stress after X-ray radiation.

The effect of β -glucosidase on 3-day-old seedlings was 0.42 units in a control group. After a two-hour exposure to X-ray radiation of different doses the effect of β -glucosidase has changed. Results demonstrated no correlation between a dose of irradiation and enzyme activity. The highest β -glucosidase activity was detected at doses of 0.5, 8 and 12 Gy. It has showed more than two-fold increase as compared to control group. β -glucosidase activity after exposure to X-ray radiation was: 0.92 units at dose of 0.5 Gy; 0.97 units at dose of 8 Gy; and 0.93 units at dose of 12 Gy. Other doses, however, had almost no influence on activity. Such a variability suggests that the difference could be due to genetic factors. Cells of *A. thaliana* seedling interpret a dose in 0.5 Gy as a signal to utilize adaptive mechanisms and, above all, to activate reparative system.

The measured effect of β -glucosidase on 13-day-old seedlings was 0.38 units in a control group. After a 10-day exposure to X-ray radiation of different doses the β -glucosidase activity did not differ greatly from seedlings under control. The highest β -glucosidase activity was detected at doses of 8 Gy. It has demonstrated more than 1.5-fold increase compared to a control group. β -glucosidase activity after X-ray radiation dose of 8 Gy was 0.59 units. It was first recorded that the most reactive dose was 8 Gy, with the effect of which lasting for 10 days after exposure to X-ray radiation.

Plant cells respond actively to the influence of ionizing radiation. One of these reactions is the change in enzyme activity, hydrolytic in particular. Provided that β -glucosidase is the main

component of ER bodies, we may assume that ER bodies are the original depositories of this protein under the influence of irradiation as the indicators of the activity of β -glucosidase after X-ray radiation at a dose of 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 Gy as a molecular marker of ionizing radiation have been considered.

Key words: X-ray radiation, Arabidopsis thaliana, β -glucosidase activity

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 11.04.2016

УДК 574.2

Х. В. ЧЕРЧЕНКО

Міжвідомча лабораторія моніторингу екосистем Азовського басейну Інституту морської біології та Мелітопольського державного педагогічного університету імені Б. Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, Мелітополь, 72312

ВПЛИВ ПРИРОДНОЇ ТА АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НА РІЧКОВІ ЕКОСИСТЕМИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИАЗОВ'Я

Річкові екосистеми перебувають під постійним впливом як природних так і антропогенних перетворень. Серед чинників викликаних людською діяльністю слід виділити зарегулювання русла річки. В поєднанні з глобальними змінами клімату це призводять до незворотних процесів трансформації як гідрологічних характеристик так і біологічної складової річки.

Ключові слова: стік річок, зарегулювання русла, зміна клімату, іхтіофауна

Вступ. Упродовж тривалого періоду і донині степові річки перебувають під постійним використанням різноманітних господарських заходів [4]. Друга половина ХХ ст. відзначалась значним втручанням людини у гідрологічний режим річок, при чому на фоні антропогенних перетворень існують цілком закономірні природні зміни. Одними з них є як природна деформація русла під впливом різних ландшафтоутворюючих процесів, так і глобальна зміна клімату (перерозподіл атмосферних опадів та підвищення температури повітря у приземному шарі) [3].

Поєднання впливу природних та викликаних людською діяльністю чинників на процеси трансформації річкових екосистем потребують все більш детального та комплексного вивчення. Сучасне екстенсивне водокористування на малих річках призводить до таких негативних наслідків як руйнування природних біоценозів, а також вторинне забруднення за рахунок нерівномірного продукування біомаси [5].

Визначення показників біологічної складової, як основи стабільності водних екосистем, є одним з головних питань щодо відновлення водних ресурсів [1]. Таким чином, актуальність обраної теми стає більш гострою та вимагає нагального дослідження.

Основною метою є виявлення впливу зарегулювання та запруднення річок на трансформацію гідроекосистем Північно-Західного Приазов'я на фоні природних змін.

Досягнення поставленої мети зводиться до наступних задач:

- простежити динаміку ходу температурного режиму та атмосферних опадів в басейнах досліджуваних річок;
- проаналізувати статистичну значимість кліматоутворюючих чинників та виявити подальші тенденції;
- простежити довготривалі зміни в гідрологічному режимі досліджуваних річок;
- охарактеризувати стан різноманіття іхтіофауни під впливом комплексу природних та антропогенних змін.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для вивчення питання стали спеціалізовані масиви багаторічних даних за гідрологічним режимом річок Приазов'я, температури повітря та кількість атмосферних опадів по гідрометеорологічним станціям (ГМС), розташованих у північно-західній частині Азовського моря, Центральної геофізичної обсерваторії та дані вільного доступу NOAA. За періоди дослідження були обрані найбільш достовірні та неперервні ряди даних. З точки зору гідрологічних досліджень, район Приазов'я відноситься до маловивчених. Розподіл постів по території має вкрай нерівномірний характер з частими і довготривалими переривами у спостереженнях, що значно ускладнює дослідження водного режиму річок. Так, в межах території систематичні спостереження за гідрологічним режимом проводились лише по 4 постах з найбільш тривалими періодами спостережень 76 років (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік діючих гідрологічних постів на річках Північно-Західного Приазов'я

№ за/п	Річка-пост	Період дії		Число років, <i>n</i>
		Відкр.	Закр.	
1.	р. Молочна – с. Терпіння	01.01.1952	діє	60
2.	р. Лозуватка – с. Ново-олексіївка	30.10.1974	діє	38
3.	р. Обитічна – м. Приморськ	28.09.1936	діє	76
4.	р. Берда – с. Осипенко	17.05.1962	діє	51

За допомогою статистичного аналізу опрацьовані часові ряди зміни метеорологічних величин по станціях Генічеськ, Мелітополь, Ботієве, Бердянськ, Маріуполь з періодами спостережень 1951-2014 рр. Розрахунки та аналіз даних були виконані за допомогою програмного забезпечення Excel та Statistica.

Для виділення змін в структури іхтіоценозів річок були обрані періоди: початок зарегулювання стоку (до 1960 р.) та після зарегулювання – до тепер. За основні критерії оцінки були обрані окремі екологічні групи риб за класифікацією по відношенню до течії (реофіли – риби проточних вод, лімнофіли – риби стоячих вод та індиверенти – мешканці проточних та стоячих вод) та солоності води (морські, прісноводні, солонуватоводні та різноводні) [2].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати спостережень за даними Всесвітньої метеорологічної організації свідчать про те, що практично для всіх континентів і більшості океанів на початку ХХІ ст. виявили порушення регіонального клімату, особливо це стосується температури повітря [8]. Проте зміна клімату певною мірою має природний характер. Доказом цього є свідчення історичних документів, про відносно теплі та холодні довготривалі проміжки часу.

Так, приблизно до початку 40-х років ХХ ст. спостерігалось відносно швидке зростання температури повітря в приземному шарі. Після чого до середини 50-х років – в Північній півкулі відмічалось зниження значень температури. Наступне підвищення показників відбувалось до кінця 80-х років, з досить різким зростанням приземної температури повітря починаючи з 90-х років й понині [10].

Невід'ємною властивістю метеорологічних параметрів є їх просторово-часова мінливість, яка обумовлена накладанням та взаємодією великого числа факторів. Це призводить до необхідності опису їх властивостей за допомогою статистичних характеристик [7].

Таблиця 2

Статистичний аналіз середніх річних сум опадів по ГМС упродовж 1966-2014 рр.

Станція	<i>n</i>	$M \pm$	Min	Max	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцес
Генічеськ	65	388,7±101,3	101	617	0,20	0,36
Мелітополь	64	465,6±98	287	741,7	0,79	0,81
Бердянськ	64	475,1±118,9	223	894	1,18	3,2
Ботієве	64	430,6±107,5	247	961,1	1,39	3,49
Маріуполь	64	505,6±112,2	271,9	852,7	0,53	0,83

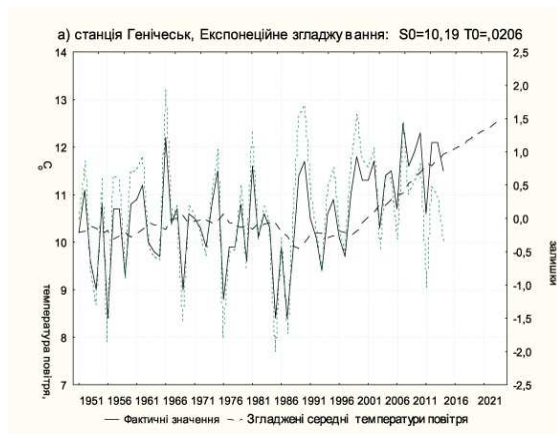
Всі ряди даних сум опадів та температури були перевірені на однорідність (табл. 2, 3) за допомогою тесту Колмогорова-Смірнова та Шапіро-Уїлка [9].

Таблиця 3

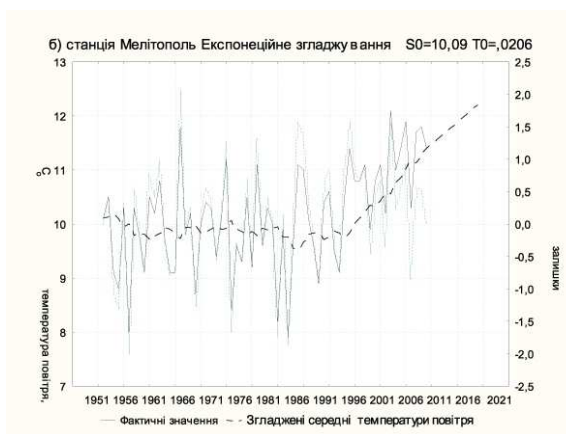
Статистичний аналіз середньорічних значень температури по ГМС упродовж 1966-2014 рр.

Станція	<i>n</i>	$M \pm$	Min	Max	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцес
Генічеськ	64	10,6±0,98	8,4	12,5	-0,24	-0,32
Мелітополь	64	10,1±0,97	7,9	12,1	-0,19	-0,32
Бердянськ	64	10,4±0,96	8,0	12,4	-0,27	-0,17
Ботієве	64	9,8±0,91	7,6	11,7	-0,28	-0,11
Маріуполь	64	9,5±0,97	7,3	11,5	-0,26	-0,43

Для того, щоб виявити довготривалі тенденції зміни клімату та відокремити короткоперіодичні коливання, було використано метод згладжених середніх. Він є найбільш розповсюдженим при дослідженні зміни клімату [12]. Для кожного ряду були побудовані апроксимовані криві, які дозволяють найбільш чітко простежити тренд кліматичних параметрів, а також можливі напрями їх подальших змін (рис. 1-5). Аналіз рядів даних температури та суми опадів для кожної станції дозволив виявити загальні тенденції в зміні кліматичних показників на території Північно-Західного Приазов'я. Так, криві ходу температури відображають те, що найбільш інтенсивні зміни припадають на період з 1991-2010-х років порівняно з кліматологічною стандартною нормою Кадастру (1961-1990 рр.) [6]. Проте, в цілому амплітуда коливання середньої температури за всі роки не перевищує середнього квадратичного відхилення.



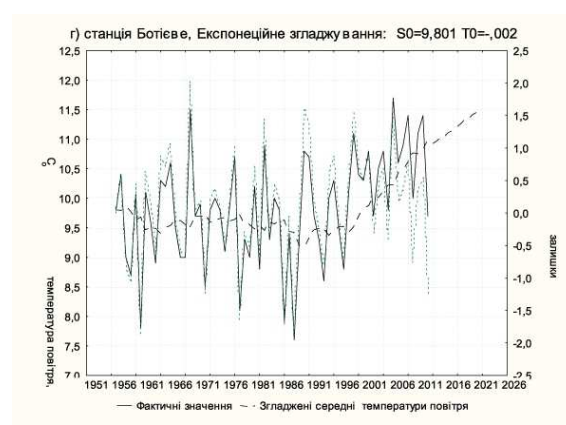
1.1



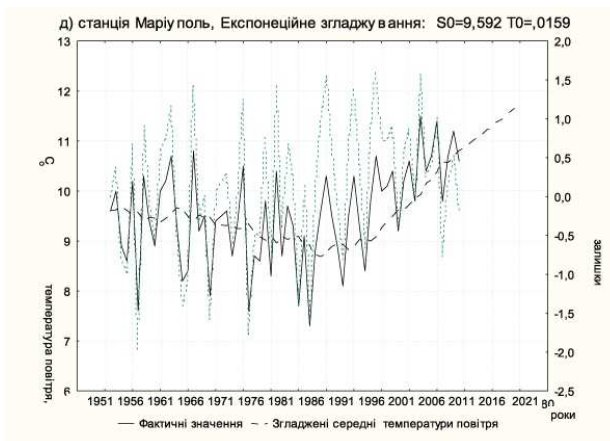
1.2



1.3



1.4



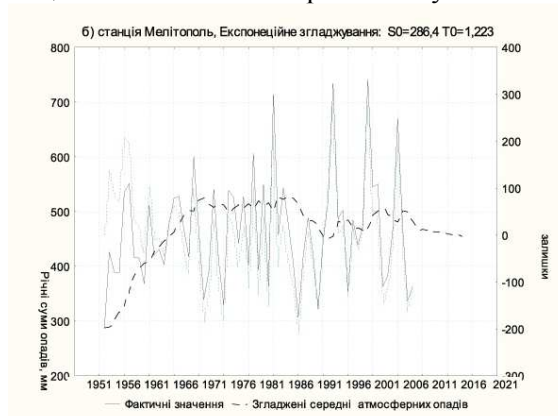
1.5

Натомість, суми опадів відрізняються сильною мінливістю із року в рік. В той же час при аналізі багаторічних спостережень простежується певна тенденція у збільшенні суми атмосферних опадів (рис. 2). Зміни показників по всіх станціях мають досить неоднозначний характер. Починаючи з початку наявних спостережень й приблизно до 70-х років, лінія згладжених середніх має досить чіткий позитивний характер.

Суттєвою відмінністю останнього десятиріччя є наявність піків з аномально високими показниками суми опадів по всіх досліджуваних станціях з помітною синхронністю у часі.



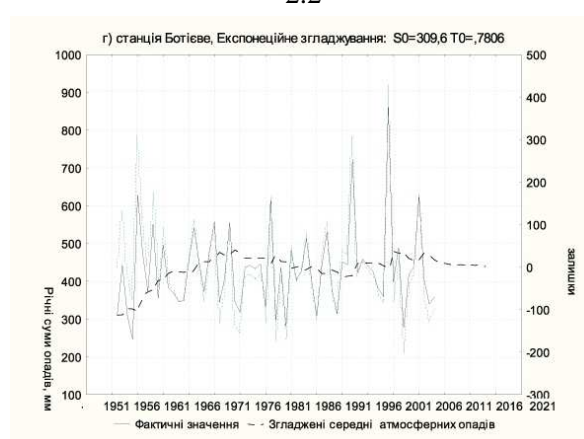
2.1



2.2



2.3



2.4



2.5

Антропогенний фактор різної тривалості, поширення та ступеню впливу загалом має локальний характер, хоча за впливом може бути досить глобальним. Події середини ХХ ст. для річок регіону стали досить значними з точки зору антропогенної трансформації. В цей час відбулося потужне меліоративне, гідроенергетичне та кар’єрно-техногенне навантаження. Найважливішими чинниками впливу на стік річок є безповоротний забір, вилучення стоку при заповненні ставів і водосховищ. Окрім безповоротного водозабору, на річковий стік впливає зарегулювання русел річок [11]. Лише на р. Молочна створено близько 87 ставків і водосховищ із загальною площею дзеркала води понад 1000 га (табл. 4).

Таблиця 4

Наявність ставків та водосховищ в басейнах річок Північного-Західного Приазов’я

Басейн річки	Ставки		Водосховища	
	к-ть, шт.	площа, га	к-ть, шт.	площа, га
Великий і Малий Утлюк	23	561,7	-	-
Молочна	81	536,2	6	497
Обитічна	56	472,1	4	215,2
Лозуватка	12	180,0	1	40,0
Берда	56	375,6	5	491,8
Інші річки	42	579,2	-	38,5
Разом	270	2704,8	16	1282,5

Як виявилось згодом, такі зміни у водному режимі річок були досить сильними та мали катастрофічні наслідки. Так, внаслідок будівництва великих водосховищ у 60-х рр. тривалість водообміну на річках України зменшилась у 7-13 разів [4]. Поряд з цим спостерігалось уповільнення швидкості течії, впав рівень води, збільшилась кількість перешкод для міграції риб та зросла мінералізація води [2]. Така ж ситуація спостерігалась і на річках досліджуваного регіону.

Для того, щоб визначити багаторічні зміни стоку річок Північно-Західного Приазов’я, починаючи з 1920-х років, за умов відсутності гідрометричних спостережень, було застосовано метод інтерполяції між даними річок-аналогів. Згідно настанов СНіП 2.01.14-83 значення середнього багаторічного стоку досліджуваних річок були визначенні шляхом інтерполяції між довготривалими рядами даних річок Прикубанської низовини, що протікають у схожих фізико-географічних та з урахуванням всіх місцевих факторів [13].

В багаторічних коливаннях стоку, де за умовний період початку року вважається грудень, а кінець – листопад, на досліджуваних річках виділяють три багатоводні періоди: 1963-1971 рр.; 1977-1987 рр.; 2003-2006 рр. та маловодні роки 1953-1962 рр.; 1972-1976 рр.; 1988-2002 рр. з наявним одним багатоводним роком (1998). Згідно отриманих даних був реконструйований багаторічний хід водності річок регіону (рис. 3). Для об’єктивнішої

кількісної оцінки стоку річок розглянуто середні значення за два періоди 1923-1969 та 1970-2014 рр. Перший період до початку будівництва водосховищ та ставів, другий після завершення будівництва та початком багаторічного регулювання стоку:

- середній природний стік складав $0,56 \text{ км}^3$ та характеризується відносно стабільним стоком води в річках;
- з порушеним режимом показники вже складають $0,33 \text{ км}^3$.

Всі зазначені природні та антропогенні фактори мають своє пряме відображення у формуванні еколого-гідрологічного режиму річок Північно-Західного Приазов'я.

Збільшення кількості водосховищ тягне за собою збільшення площі водного дзеркала поверхні, що на ряду з підвищенням температури повітря у досліджуваному регіоні, може суттєво впливати на водність річок через збільшення інтенсивності випаровування. В свою чергу природний фактор як кількість атмосферних опадів, який прямим чином впливає на водність річок, не можливо чітко прослідити. Кореляційні зв'язки між кількістю атмосферних опадів та стоком як по окремих річках, так і в узагальненому притоку з досліджуваного регіону не виявили жодної залежності та знаходяться на рівні 0,3. Це може пояснюватись наявністю каскаду ставків, які утримують природний хід води в річках, а також слабкою мережею метеорологічних станцій, які не можуть надати об'єктивної інформації.

Формування стоку за останні 60 років відбувалося під впливом суттєвих антропогенних втручань, що в свою чергу вплинули на подальшу трансформацію структури іхтіофауни.

Через втручання людини у природний річковий стік відбулися значні перетворення у структурі іхтіоценозів. Так, в залежності від інтенсивності течії відбулися суттєві перетворення у видовому та кількісному складі риб. При вивченні іхтіофауни за роки досліджень було встановлено, що в річках регіону переважають лімнофіли (27,6-56,3 %) та помірні реофіли (12,5-38,6 %). Види реофіли та індиференти представлені в межах 3,8-17,2 %. Групи наявні упродовж всього досліджуваного періоду, але останній період відзначився збіднінням реофільної та збагаченням лімнофільної фаун. Поряд з цим перерозподіл видового складу також змінився у відповідності до гідрохімічних показників. При аналізі сучасного періоду спостерігається подальше збагачення прісноводної (з 6 до 14) та різноводної (з 3 до 9) груп. Натомість, у три рази скоротилася кількість морських видів [2].

Такий перерозподіл демонструє загальну тенденцію зміни гідрологічного режиму, що веде за собою перехід річок зі стану проточних у малопроточні водотоки. Доказом цього слугують кореляційні зв'язки між кількістю лімнофільних (-0,95) та реофільних видів (0,94) в порівнянні з об'ємом стоку [2].

Висновки

1. При аналізі змін основних кліматичних показників було виявлено підвищення температури повітря в останнє двадцятиріччя та збільшення появи років з аномально високими річними сумами опадів.
2. Статистична обробка даних за атмосферними опадами та температурою повітря в більшості випадків не виявила значущих відхилень. Так показники температури повітря знаходяться в межах стандартного відхилення, що в свою чергу не дає змогу говорити про аномальне потепління приземного шару землі. Проте явище залишається наявним, та в подальшому може перейти у сталий висхідний тренд.
3. Внесок природного фактору у зміну водності річок північно-західного Приазов'я можна оцінити за рахунок збільшення середніх температур повітря та відповідно збільшенням інтенсивності випаровування з водної поверхні.
4. Виявлені значні зміни у природному стоку всіх досліджуваних водотоків за рахунок людської діяльності, зокрема зарегулювання русел річок. Так, природний стік річок зменшився з $0,56 \text{ км}^3$ (період природного стоку 1923-1969 рр.) до $0,33 \text{ км}^3$ (період багаторічного регулювання стоку 1970-2014 рр.);
5. Через комплекс природно-антропогенних чинників було виявлено зміни у структурі іхтіоценозу, що спостерігаються у вигляді суттєвих перетворень у видовому та кількісному складі риб заекологічними групами.

1. *Водна* рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення — К., 2006. — 240 с.
2. *Демченко Н. А.* Структура іхтіоценозів річок північно-західного Приазов'я та закономірності їх формування / Н. А. Демченко // Вісн. Запоріз. нац. ун-ту: зб. наук. праць. — Запоріжжя, 2011. — № 1. — С. 38—46.
3. *До питання* про гідрологічний, гідрохімічний та гідробіологічний стан малих річок Північно-Західного Приазов'я / [Алексєв М. О., Безручко Г. А., Гаркуша Г. І. та ін.] // Проблеми малих річок України. — К.: Наукова думка, 1974. — С. 3—4.
4. *Зуб Л. М.* Малі річки України: характеристика, сучасний стан, шляхи збереження / Л. М. Зуб, Г. О. Карпова. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до джерела: <http://www.77.121.11.22/ecolib/3/4/15.doc>
5. *Игошин Н. И.* Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидрологические аспекты : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Н. И. Игошин. — Харьков: Бурун Книга, 2009. — 240 с.
6. *Кліматологічні* стандартні норми (1961 – 1990 рр.) / [Л. І. Денисович, Н. І. Майлат, Ж. О. Кузнєцова та ін.]. — К.: Український науково - дослідний гідрометеорологічний інститут, Центральна геофізична обсерваторія, 2002. — 446 с.
7. *Малинин В. Н.* Статистические методы анализа гидрометеорологической информации: [учебник] / В. Н. Малинин. — СПб.: изд. РГГМУ, 2008. — 408 с.
8. *Мартазінова В. Ф.* Аномальність погодних умов Антарктичного півострова в районі розташування Української антарктичної станції "Академік Вернадський" [Електронний ресурс] / В. Ф. Мартазінова, С. В. Клок // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. — 2012. — Вип. 262. — С. 91—101. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npundgi_2012_262_8.
9. *Маслицкий С. Э.* Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований / С. Э. Маслицкий. — Мн.: Институт рыбного хозяйства, 2009. — 76 с.
10. *Орлеанская Е. С.* Изменение глобальной экосистемы в период потепления климата [Електронний ресурс] / Е. С. Орлеанская // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). — 2011. № 1. — С. 223—227. - Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-globalnoy-ekosistemy-v-period-potepleniya-klimata>
11. *Паламарчук М. М.* Водний фонд України: довідковий посібник / М. М. Паламарчук, Н. Б. Закорчевна — К.: Ніка-Центр, 2006. — 320 с.
12. *Пановский Г. А.* Статистические методы в метеорологии / Г. А. Пановский, Г. В. Брайер — Л.: Гидрометиздат, 1967. — 242 с.
13. *Пособие* по определению расчетных гидрологических характеристик (СНиП 2.01.14-83) [Чинний від 1983-07-15]. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 447 с. — (внесений до переліку нормативних документів).

Х. В. Черченко

Межведомственная лаборатория мониторинга экосистем Азовского бассейна Института морской биологии и Мелитопольского государственного педагогического университета имени Б. Хмельницкого

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИИ НА РЕКАХ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Речные экосистемы находятся под постоянным воздействием как природных так и антропогенных преобразований. Среди факторов вызванных человеческой деятельностью следует выделить зарегулирования русла реки. В сочетании с глобальными изменениями климата это приводит к необратимым процессам трансформации как гидрологических характеристик так и биологической составляющей реки.

Ключевые слова: сток рек, зарегулирования русла, изменение климата, ихтиофауна

Kh. V. Cherchenko

Interagency laboratory on monitoring Azov Sea ecosystems Institute of Marine Biology and B. Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University

NATURAL AND ANTHROPOGENIC INPUTS TO THE WATER ECO-SYSTEM TRANSFORMATION NORTH-WESTERN RIVERS OF AZOV BASIN

Rivers ecosystem has been always influenced by natural and human transformation. This Review considers the variation of meteorological data (temperature regime and precipitation) involved in

runoff of rivers to warming period. River flow derives ultimately from precipitation, according to global climate change this factor needs more detailed analysis. In order to identify long-term trends in climate change and separate short-period fluctuations used method of smoothed average. It helps understand periodic structures and long-term trend changes of climate fluctuations. Statistical analysis shows that the temperature level has been on a positive trend since the beginning of the 1980s which is also liken measured in rest of the World. Nevertheless, it is found that long period characteristics of temperature fluctuations are the periodic structures.

Long-term data of variability in intensity, timing, and duration of precipitation (as rain or as snow) reflect on local flow patterns. Besides rivers transformation cannot simply be explained by natural variability alone. In other side we have huge human impact.

Among anthropogenic factors on the north-west rivers in Azov basin most significant one belong to regulation flow regime. For many rivers dams are the primary causes of altered flow regimes. Streamflow quantity is critical components of water quality, and the ecological integrity of river systems. Streamflow is strongly correlated with many critical physicochemical characteristics of rivers, such as water temperature, channel geomorphology, and habitat diversity. Changes in flow limits the distribution and abundance of riverine species and regulates the ecological integrity systems.

This paper includes observation of long-term streamflow data. Concerning rivers lacking data, analyses were extended statistically from gauged streams in the same geographic area. This operation shows a trend in hydrological characteristic from flowing waters to low flow regime.

According to intensity of stream occurred significant transformation in composition of fish, such a replacement rheophile to limnofilic type.

Biological factors are one of the significant in determination of the surface water quality.

Nowadays effects of human alteration of natural flow regimes bring ecological degradation and loss of biological diversity. In combination with the global climate change it can result into irreversible process.

Key words: runoff, regulation flow, climate change, ichthyofauna

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 24.05.2016

БІОХІМІЯ

УДК (574.64:546.56)+581.526.3

О. О. ПАСІЧНА, Л. О. ГОРБАТЮК, М. О. ПЛАТОНОВ, О. О. ГОДЛІВСЬКА

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

ФОТОСИНТЕЗ І ДИХАННЯ *NAJAS GUADALUPENSIS* (SPRENG.) MAGNUS ЗА КОМБІНОВАНОЇ ДІЇ ЙОНІВ МІДІ (II) ТА МАНГАНУ (II) ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Встановлено закономірності окремої та сумісної дії йонів міді (II) та мангану (II) у концентраціях, що відповідають їх величинам у природних водах, на фотосинтез і дихання занурених макрофітів *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus.

Показано зменшення токсичної дії суміші йонів міді і мангану у концентрації 2–5 мкг/дм³ Cu²⁺ і 20–50 мкг/дм³ Mn²⁺ на газообмінні процеси *Najas guadalupensis* порівняно з впливом окремих йонів металів, що є наслідком їх антагонізму при акумуляції рослинами. За комбінованого впливу йонів міді і мангану у високих концентраціях (10–20 мкг/дм³ Cu²⁺ і 100–200 мкг/дм³ Mn²⁺) посилюється їх токсичність для фотосинтезу і дихання *Najas guadalupensis*, що пов'язано з накопиченням значної кількості металів у рослинах.

Висока чутливість газообмінних процесів *Najas guadalupensis* до дії Cu²⁺ і Mn²⁺ дає можливість рекомендувати застосування цього виду макрофітів як тест-об'єкту, а фотосинтез і дихання – як тест-функцій при біотестуванні вод, забруднених важкими металами.

Ключові слова: занурені макрофіти, водне середовище, мідь, манган, фотосинтез, дихання, акумуляція

Відомо, що до головних фізіологічних функцій, які забезпечують життєдіяльність водяних рослин, належать фотосинтез, дихання, поглинання біогенних елементів [14]. Ці процеси також є основою участі водяних макрофітів у формуванні первинної продукції і якості води [2, 5]. За наявності в оточуючому середовищі різних макро- і мікроелементів їх взаємовплив відбувається вже на стадії надходження в рослинні клітини. У літературних джерелах можна знайти приклади взаємодії одно- і двовалентних йонів металів при поглинанні їх рослинами [19, 20, 3, 12], однак, такі відомості часто є суперечливими. Так, деякі автори показують антагонізм йонів міді та мангану [6], інші – синергізм [10]. У зв'язку з цим нами було досліджено окремий та сумісний вплив йонів міді (II) та мангану (II) на фотосинтез, дихання та накопичення металів представником занурених макрофітів *Najas guadalupensis*.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами досліджень були занурені вищі водяні рослини *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus (різуха гваделупська), які культивувались в лабораторних умовах, оскільки на Україні цей вид у природі не зустрічається.

З метою стандартизації умов проведення дослідів водяні рослини вирощували на розведеному в 20 разів середовищі Успенського № 1 [2, 8]. В такій модифікації концентрації біогенних елементів знижуються до середнього рівня, характерного для природних вод. При цьому їх співвідношення залишається збалансованим, оптимальним для росту і розвитку рослин.

При проведенні експериментальних досліджень молоді пагони *N. guadalupensis* поміщали в скляні акваріуми з водним середовищем (як при вирощуванні, але без додавання фосфатів і карбонатів, з якими йони металів утворюють нерозчинні солі, та мікроелементів згідно з методикою проведення токсикологічних досліджень [16]), приготовленим на основі відстояної водопровідної води з розрахунку: 2 г сирової маси : 3 дм³ води. У водне середовище додавали мідь (CuSO₄·5H₂O) у концентрації 0,5, 2, 5, 10 і 20 мкг/дм³ (за йонами Cu²⁺) і манган (MnSO₄·5H₂O) – 5, 20, 50, 100 і 200 мкг/дм³ (за йонами Mn²⁺) окремо і сумісно. Ці концентрації йонів металів у воді відповідають 0,5, 2, 5, 10 і 20 рибогосподарським ГДК (ГДК Cu²⁺ = 1 мкг/дм³, ГДК Mn²⁺ = 10 мкг/дм³ [1]) і реально зустрічаються у водоймах України [5]. Фоновий вміст міді у воді становив 0,14±0,05 мкг/дм³, мангану – 0,24±0,02 мкг/дм³. Макрофіти перебували в умовах освітлення лампами денного світла протягом 14 год/добу, а тривалість експериментів становила 14 діб (зі зміною розчину на сьому добу [4]). Середньодобова температура води становила 20±2°C. рН середовища вимірювали за допомогою йономіра ЭВ-74. Контрольними були макрофіти, витримані в ідентичних умовах, проте без додавання Cu²⁺ і Mn²⁺.

При дослідженні сумісної дії йонів міді і мангану на *N. guadalupensis* у водне середовище додавали йони металів у наступних комбінаціях: 0,5 мкг/дм³ Cu²⁺ + 5 мкг/дм³ Mn²⁺; 2 мкг/дм³ Cu²⁺ + 20 мкг/дм³ Mn²⁺; 5 мкг/дм³ Cu²⁺ + 50 мкг/дм³ Mn²⁺; 10 мкг/дм³ Cu²⁺ + 100 мкг/дм³ Mn²⁺; 20 мкг/дм³ Cu²⁺ + 200 мкг/дм³ Mn²⁺.

Інтенсивність фотосинтезу і темного дихання *N. guadalupensis* визначали полярографічним (амперометричним) методом [7].

Для встановлення рівня накопичення міді та мангану у *N. guadalupensis* після закінчення експозиції рослинний матеріал промивали дистильованою водою і 0,02 М розчином ЕДТА (для видалення адсорбованих на поверхні металів), потім озоляли концентрованою азотною кислотою при нагріванні [11]. Вміст міді і мангану в озолому матеріалі визначали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі ААС-3 (Німеччина). Кількість акумульованих водоростями металів розраховували в мікрограмах на 1 г сухої маси рослин.

Всі досліди проводили у чотирьох-п'яти повторностях. Одержані дані оброблені статистично з використанням спеціальних комп'ютерних програм.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати вивчення впливу йонів міді і мангану на газообмін *N. guadalupensis* показали, що за окремого і сумісного надходження у водне середовище 0,5 мкг/дм³ Cu²⁺ і 5 мкг/дм³ Mn²⁺ через 14 діб інтенсивність фотосинтезу *N. guadalupensis* зростає порівняно з контролем. В цьому випадку за дії 0,5 мкг/дм³ Cu²⁺ + 5 мкг/дм³ Mn²⁺ кількість виділеного у процесі фотосинтезу O₂ у *N. guadalupensis* збільшується на 55,7% порівняно з контролем, тобто більше, ніж за окремого впливу 0,5 мкг/дм³ Cu²⁺ (на 23,9%) і 5 мкг/дм³ Mn²⁺ (на 15,5%) (рис. 1, а), що пов'язано, очевидно, зі збільшенням накопичення металів із суміші (рис. 2).

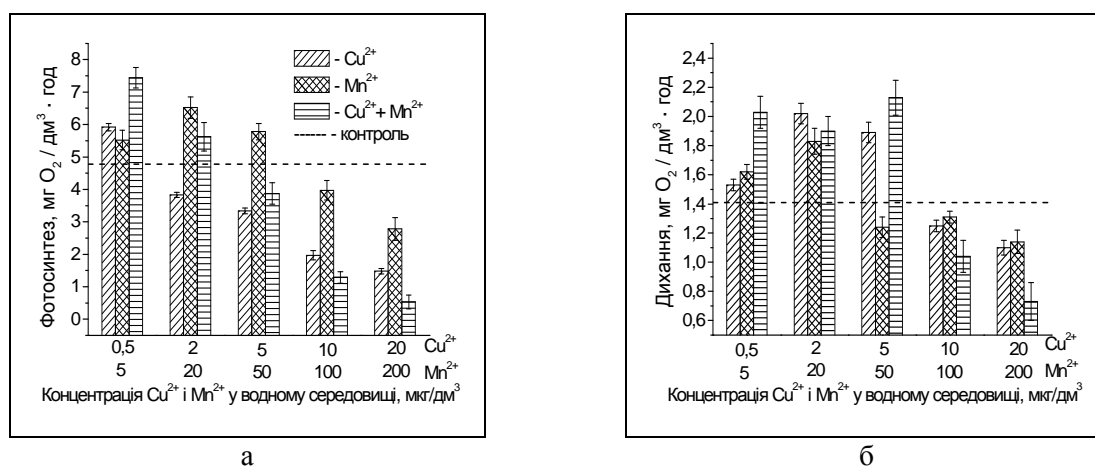


Рис. 1. Інтенсивність фотосинтезу (а) та дихання (б) *Najas guadalupensis* за окремої та сумісної дії Cu²⁺ і Mn²⁺ водного середовища (M±m; n=4–5)

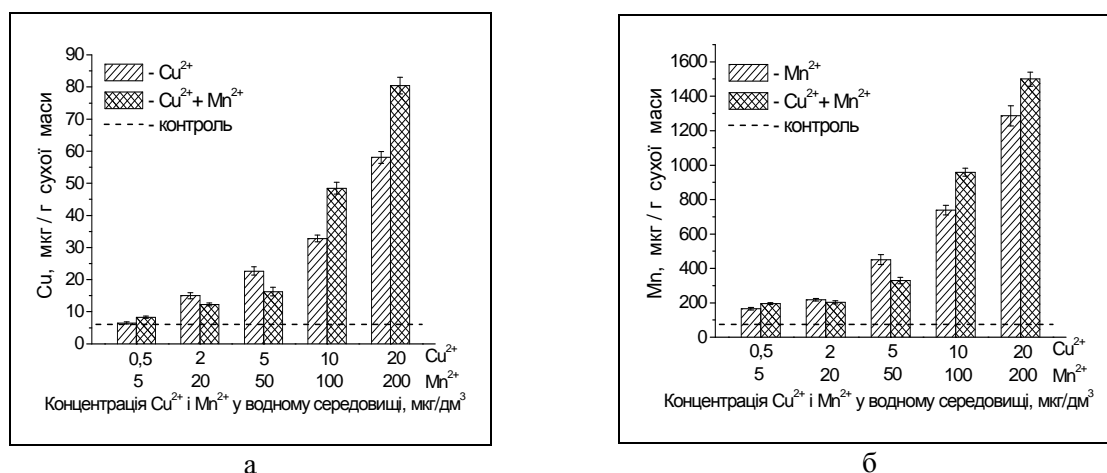


Рис. 2. Вміст міді (а) і мангану (б) у *Najas guadalupensis* за окремої та сумісної дії Cu^{2+} і Mn^{2+} водного середовища ($M \pm m$; $n=4-5$)

На рис. 1, а показано, що за дії $2 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ протягом 14-ти діб відбувається пригнічення фотосинтезу у *N. guadalupensis* на 19,9% порівняно з контролем; за впливу $20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ інтенсивність фотосинтезу зростає на 36,4%. Водночас за сумісної дії $2 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і $20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ спостерігається активація процесу виділення кисню у *N. guadalupensis* на 17,5% порівняно з контролем. При сумісному додаванні у водне середовище $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і $50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ інтенсивність фотосинтезу *N. guadalupensis* зменшується на 19,1% порівняно з контрольним рівнем, тобто менше, ніж за окремої дії $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$.

Інтенсивність дихання у *N. guadalupensis* найбільше зростає при надходженні у водне середовище $0,5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ (на 43,8% порівняно з контролем) та $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ (на 51,3%) (рис. 1, б). В першому випадку також зростає й інтенсивність фотосинтезу та підвищується величина відношення *фотосинтез/дихання* (Φ/D), а у другому – стимуляція дихання супроводжується пригніченням процесу виділення кисню і, відповідно, зниженням величини Φ/D , що свідчить про активацію механізмів захисту від енергетичних втрат, які виникають в результаті пригнічення фотосинтезу.

Таким чином, результати досліджень свідчать про те, що сумісний вплив $2 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ і $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ є менш токсичним для газообміну *N. guadalupensis* порівняно з дією окремих металів у відповідних концентраціях і призводить до зниження вмісту акумуляованих *N. guadalupensis* міді і мангану, тобто виявляється їх антагонізм (рис. 2). Антагонізм іонів металів при їх накопиченні рослинами може бути пов'язаний з тим, що двовалентні форми міді та мангану мають близький за розміром радіус іонів [17] і при певних концентраціях металів у водному середовищі виявляється конкурентний характер спорідненості переносників до іонів [9].

За комбінованої дії $10 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 100 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ та $20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ на *N. guadalupensis* відбувається значне пригнічення інтенсивності фотосинтезу (на 73,0–88,9% порівняно з контролем) і дихання (на 26,6–48,2%), тобто більше, ніж за дії окремих іонів Cu^{2+} і Mn^{2+} у відповідних концентраціях (рис. 1). В цьому випадку сумісне надходження у водне середовище іонів міді і мангану призводить також до значного зростання їх накопичення у *N. guadalupensis* (рис. 2), можливо, внаслідок дезорганізації транспорту іонів у клітини внаслідок пошкодження структури клітинних оболонок, викликаних довготривалою дією високих концентрацій Cu^{2+} і Mn^{2+} .

Таким чином, наслідки комбінованого впливу іонів міді і мангану на *N. guadalupensis* залежали від їх концентраційних співвідношень. Так, при сумісному надходженні у водне середовище низьких концентрацій іонів металів ($0,5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$) у *N. guadalupensis* зростає як інтенсивність фотосинтезу і дихання, так і накопичення міді і мангану у тканинах порівняно з дією окремих металів. Очевидно, що при малих кількостях

мікроелементів у водному середовищі відбувається їх активне поглинання *N. guadalupensis* у зв'язку з тим, що Cu^{2+} і Mn^{2+} необхідні для здійснення багатьох фізіолого-біохімічних процесів [15]. Це підтверджується і роботою [13], в якій висловлюється припущення, що накопичення мікрокількостей міді в рослинах суттєво активує метаболізм і сприяє як підвищеному накопиченню інших елементів, так і збільшенню детоксифікаційних можливостей рослинного організму. Водночас за окремої і сумісної дії високих концентрацій йонів металів ($10\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і $100\text{--}200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$) відбувається пригнічення інтенсивності фотосинтезу і дихання *N. guadalupensis*, що супроводжується накопиченням значної кількості металів у рослинах. При цьому за сумісного надходження у водне середовище йонів металів у вказаних концентраціях вміст міді у *N. guadalupensis* досягає $49\text{--}81 \text{ мкг Cu/г}$ сухої маси, вміст мангану – $958\text{--}1500 \text{ мкг Mn/г}$ сухої маси. Причиною цього може бути, згідно [18], порушення структури клітинних мембран, дезорганізація Na^+/K^+ обміну, зменшення доступності АТФ, що призводить до неконтрольованого проникнення йонів металів усередину клітин. У літературних джерелах зустрічаються відомості про такі процеси у наземних рослин, коли при 3 і $5 \text{ мг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ у поживному розчині відбувається посилене накопичення інших хімічних елементів дроком красильним внаслідок дезорганізації процесу їх акумуляції [12].

Висновки

За окремого і сумісного впливу $0,5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ та $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ на *Najas guadalupensis* зростає інтенсивність фотосинтезу і дихання порівняно з контрольним варіантом (найбільше – за комбінованої дії $0,5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$).

Пригнічення інтенсивності фотосинтезу в *Najas guadalupensis* відбувається при концентрації Cu^{2+} у водному середовищі $2\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3$ і Mn^{2+} – $100\text{--}200 \text{ мкг/дм}^3$, а також при сумісному впливі йонів металів у концентраціях: $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$, $10 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 100 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ і $20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$. Інтенсивність дихання у *Najas guadalupensis* вірогідно зменшується за окремої дії $10\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і $200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ та сумісного впливу $10 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 100 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ і $20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$. Таким чином, результати досліджень свідчать про те, що зниження інтенсивності фотосинтезу у *Najas guadalupensis* відбувається при менших концентраціях йонів міді і мангану у водному середовищі, ніж дихання. За дії $2\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і сумісного впливу $5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+} + 50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ поряд зі зниженням інтенсивності фотосинтезу у *Najas guadalupensis* відбувається активація дихання – адаптивний процес, спрямований на нормалізацію енергетичного забезпечення рослинного організму.

Виявлено зменшення токсичної дії сумішей йонів міді і мангану у концентраціях $2\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ та $20\text{--}50 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$ на газообмінні функції *Najas guadalupensis* порівняно з впливом окремих йонів металів, що є наслідком антагонізму при їх акумуляції.

При сумісному надходженні у водне середовище Cu^{2+} і Mn^{2+} у високих концентраціях ($10\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Cu}^{2+}$ і $100\text{--}200 \text{ мкг/дм}^3 \text{ Mn}^{2+}$) посилюється токсична дія металів на фотосинтез і дихання *Najas guadalupensis* порівняно з окремим впливом Cu^{2+} і Mn^{2+} , що пов'язано, очевидно, з накопиченням значної кількості міді і мангану у рослинах.

Висока чутливість газообмінних процесів *N. guadalupensis* до дії Cu^{2+} і Mn^{2+} дає можливість рекомендувати застосування цього виду макрофітів як тест-об'єкту, а фотосинтез і дихання – як тест-функцій при біотестуванні вод, забруднених важкими металами.

1. Алтунин В. С. Контроль качества воды (справочник) / В. С. Алтунин, Т. М. Белавцева. — М.: Колос, 1993. — 368 с.
2. Величко И. М. Экологическая физиология зеленых нитчатых водоростей / И. М. Величко. — К.: Наук. думка, 1982. — 198 с.
3. Ильин В. Б. Элементный химический состав растений / В. Б. Ильин. — Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1985. — 129 с.
4. Король В. М. Проведение токсикологических исследований на высших водных растениях / В. М. Король // Методы биотестирования водной среды. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. — С. 34—40.
5. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. — Л.: Гидрометеоздат, 1986. — 270 с.

6. Любимов М. В. Экспериментальное изучение поглощения ионов некоторых тяжелых металлов листьями взморника (*Zostera marina* L.) / [Любимов М. В., Гавриленко Е. Е., Золотухина Е. Ю., Бурдин К. С.] // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16. — 1988. — № 4. — С. 36—42.
7. Мережко А. И. Биотестирование токсичности водной среды по функциональным характеристикам макрофитов / Мережко А. И., Пасичная Е. А., Пасичный А. П. // Гидробиол. журн. — 1996. — Т. 32, № 1. — С. 87—94.
8. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / [Л. А. Сиренко, А. И. Сакевич, Л. Ф. Осипов и др.]. — К.: Наук. думка, 1975. — 247 с.
9. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях / [Рудакова Э. В., Каракис К. Д., Сидоршина Т. Н. и др.]. — К.: Наук. думка, 1987. — 184 с.
10. Мур Д. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с. англ. / Д. Мур, С. Рамамурти. — М.: Мир, 1987. — 288 с.
11. Никаноров А. М. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / Никаноров А. М., Жулидов А. В., Покаржевский А. Д. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 143 с.
12. Растения в экстремальных условиях минерального питания: Эколого-физиологические исследования / Под ред. М. Я. Школьника, Н. В. Алексеевой-Поповой. — Л.: Наука (Ленинградское отделение), 1983. — 176 с.
13. Тропин И. В. Взаимовлияние ионов металлов при их совместном накоплении во фракциях талломов бурых водорослей (*Laminariales*) / И. В. Тропин, Е. Ю. Золотухина // Изв. РАН. Сер. биол. — 1995. — № 4. — С. 455—461.
14. Физиология растений / [Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко и др.]. — Москва: "Academia", 2005. — 640 с.
15. Физиология растительных организмов и роль металлов / Под ред. Н. М. Чернавской. — Москва: Изд-во МГУ, 1989. — 157 с.
16. Хоботьев В. Г. Вопросы стандартизации методик при проведении токсикологических исследований по водной токсикологии / В. Г. Хоботьев // Методики биологических исследований по водной токсикологии. — М.: Наука, 1971. — С. 7—13.
17. Ince N.H. Assessment of toxic interactions of heavy metals in binary mixtures: A statistical approach / [Ince N.H., Dirilgen N., Apikyan I.G. et al] // Arch. Environ. Contam. Toxicol. — 1999. — Vol. 36, N 4. — P. 365—372.
18. Juing W. Reciprocal effect of Cu, Cd, Zn on a kind of marine alga / Juing W., Manping Zh., Jigui Xu, Yi W. // Wat. Res. — 1995. — Vol. 29, N 1. — P. 209—214.
19. Montvydiene D. Assessment of toxic interactions of heavy metals in a multicomponent mixture using *Lepidium sativum* and *Spirodela polyrrhiza* / Montvydiene D., Marciulioniene D. // Environ. Toxicol. — 2004. — Vol. 19, N 4. — P. 351—358.
20. Pii Y. Shoot ionome to predict the synergism and antagonism between nutrients as affected by substrate and physiological status / Pii Y., Cesco S., Mimmo T. // Plant Physiology and Biochemistry. — 2015. — Vol. 94, September. — P. 48—56.

Е. А. Пасичная, Л. О. Горбатюк, М. О. Платонов, О. О. Годлевська

Институт гидробиологии НАН Украины

ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ *NAJAS GUADALUPENSIS* (SPRENG.) MAGNUS ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ МЕДИ (II) И МАРГАНЦА (II) ВОДНОЙ СРЕДЫ

Установлены закономерности отдельного и совместного влияния ионов меди (II) и марганца (II) в концентрациях, которые соответствуют их уровням в природных водах, на фотосинтез и дыхание погруженных макрофитов *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus.

Показано уменьшение токсического воздействия смеси ионов меди и марганца в концентрации 2–5 мкг/дм³ Cu²⁺ и 20–50 мкг/дм³ Mn²⁺ на газообменные процессы *Najas guadalupensis* по сравнению с влиянием отдельных ионов металлов вследствие их антагонизма при аккумуляции растениями. При комбинированном воздействии значительных концентраций ионов меди и марганца (10–20 мкг/дм³ Cu²⁺ и 100–200 мкг/дм³ Mn²⁺) увеличивается их токсичность для фотосинтеза и дыхания *Najas guadalupensis*, что обусловлено накоплением значительного количества металлов в растениях.

Высокая чувствительность газообменных процессов *Najas guadalupensis* к влиянию Cu²⁺ и Mn²⁺ дает возможность рекомендовать применение данного вида макрофитов как тест-объекта,

а фотосинтез и дыхание – как тест-функций при биотестировании вод, загрязненных тяжелыми металлами.

Ключевые слова: погруженные макрофиты, водная среда, медь, марганец, фотосинтез, дыхание, аккумуляция

O. O. Pasichna, L. O. Gorbatyuk, M. O. Platonov, O. O. Godlevska

Institute of Hidrobiology of NAS of Ukraine

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION OF *NAJAS GUADALUPENSIS* (SPRENG.) MAGNUS UNDER COMBINED INFLUENCE OF COPPER (II) AND MANGANESE (II) IONS OF THE AQUATIC

The regularities of the separate and combined influence of copper (II) and manganese (II) ions at concentrations that correspond to their levels in natural habitats on photosynthesis and respiration of the submersed macrophyte *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus have been established.

In the study of combined influence of copper and manganese ions on *Najas guadalupensis* these ions were added to the aquatic environment in such combinations of their concentrations: 0,5 µg/dm³ Cu²⁺ + 5 µg/dm³ Mn²⁺; 2 µg/dm³ Cu²⁺ + 20 µg/dm³ Mn²⁺; 5 µg/dm³ Cu²⁺ + 50 µg/dm³ Mn²⁺; 10 µg/dm³ Cu²⁺ + 100 µg/dm³ Mn²⁺; 20 µg/dm³ Cu²⁺ + 200 µg/dm³ Mn²⁺.

The analysis of the impact of copper and manganese ions on gas exchange functions of *Najas guadalupensis* has demonstrated that both individual and combined additions of 0,5 µg/dm³ Cu²⁺ and 5 µg/dm³ Mn²⁺ in 14 days of experiment leads to the increased intensity of photosynthesis of *Najas guadalupensis* compared with the control data. In this case, under the action of 0,5 µg/dm³ Cu²⁺ + 5 µg/dm³ Mn²⁺ the intensity of photosynthesis of *Najas guadalupensis* has increased by 55.7% as compared with the control. Such an increase is more pronounced than at the individual exposure of 0,5 µg/dm³ Cu²⁺ (23.9% compared with the control) and 5 µg/dm³ Mn²⁺ (15.5%) and due to the increase of accumulation of copper and manganese ions from their mixture. It is obvious that with small amounts of these metals in the water environment their absorption by *Najas guadalupensis* is conditioned by the fact that Cu²⁺ and Mn²⁺ are necessary for the plants to function properly.

Reduction of toxic impact of Cu²⁺ and Mn²⁺ mixture in concentrations 2-5 µg/dm³ Cu²⁺ and 20-50 µg/dm³ Mn²⁺ on gas exchange functions of *Najas guadalupensis* as compared to the effect of their individual ions in these concentrations is showed. It is caused by antagonism of copper and manganese ions in the process of their accumulation by the plants that may be associated with similar radius size of divalent forms of copper and manganese ions. It further leads to competitive activity of ions when they are accumulated by plants.

It was established that the combined effect of certain concentrations of copper and manganese ions (10-20 µg/dm³ Cu²⁺ and 100-200 µg/dm³ Mn²⁺) leads to an increase of their toxic impact to photosynthesis and respiration of *Najas guadalupensis*.

In this case, the combined addition of copper and manganese ions to the aquatic environment also leads to a significant increase of their accumulation by *Najas guadalupensis*, perhaps due to the disruption in the cellular ions transport because of damage in the structure of cell membranes caused by long-term effect of high concentrations of Cu²⁺ and Mn²⁺. Thus, with combined addition of the ions in the above mentioned concentrations, the amount of copper in *Najas guadalupensis* reaches 49-81 µg Cu / (g of dry weight) and that of manganese – 958-1500 µg Mn / (g of dry weight).

The intensity of photosynthesis of *Najas guadalupensis* decreases when the concentration of Cu²⁺ in water environment is 2-20 µg/dm³ and Mn²⁺ – 100-200 µg/dm³, as well as under the combined influence of the ions in concentrations of 5 µg/dm³ Cu²⁺ + 50 µg/dm³ Mn²⁺, 10 µg/dm³ Cu²⁺ + 100 µg/dm³ Mn²⁺ and 20 µg/dm³ Cu²⁺ + 200 µg/dm³ Mn²⁺. The intensity of respiration of *Najas guadalupensis* decreases significantly as a result of individual action 10-20 µg/dm³ Cu²⁺ and 200 µg/dm³ Mn²⁺ and under the joint influence of 10 µg/dm³ Cu²⁺ + 100 µg/dm³ Mn²⁺ and 20 µg/dm³ Cu²⁺ + 200 µg/dm³ Mn²⁺. Thus, the results of the research demonstrate that the intensity of photosynthesis of *Najas guadalupensis* gets reduced at lower concentrations of copper and manganese ions in the water environment in comparison to the intensity of respiration. Individual action of 2-5 µg/dm³ Cu²⁺

and combined influence of $5 \mu\text{g}/\text{dm}^3 \text{Cu}^{2+} + 50 \mu\text{g}/\text{dm}^3 \text{Mn}^{2+}$ leads to the decrease of the intensity of photosynthesis of *Najas guadalupensis* together with the activation of respiration – adaptive process aimed at normalizing energy supply of plant organism.

The high sensitivity of gas exchange processes of *Najas guadalupensis* to the influence of Cu^{2+} and Mn^{2+} makes it possible to recommend the use of this species as an object for testing and photosynthesis and respiration for biotesting of water contaminated with heavy metals.

Key words: submersed macrophytes, aquatic environment, habitat, copper, manganese, photosynthesis, respiration, accumulation

Рекомендує до друку

Надійшла 19.05.2016

В. В. Грубінко

УДК 577.1

¹М. І. ХАРІВ, ¹Б. В. ГУТИЙ, ²О. І. ВІЩУР, ³І. Є. СОЛОВОДЗІНСЬКА

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького вул. Пекарська, 50, Львів–10, 79010

²Інститут біології тварин НААН України

вул. В. Стуса, 38, Львів, 79034

³Львівський національний аграрний університет

вул. В. Великого, 1, Дубляни, Жовківський район, Львівська обл., 80381

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ПЕЧІНКИ У ЩУРІВ ЗА УМОВ ОКСИДАЦІЙНОГО СТРЕСУ ТА ДІЇ ЛІПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ

Наведено результати досліджень впливу розробленого комплексного ліпосомального препарату на функціональний стан печінки, а саме: динаміку показників активності амінотрансфераз організму щурів, протеїнсинтезувальної функції печінки (рівня загального білку та його фракцій), білірубину загального, сечовини та креатиніну за умов змодельованого оксидативного стресу, викликаного застосуванням тетрахлорметану. Показано, що внутрішньом'язеве введення щурам дослідних груп 50% тетрахлоретану дозою 0,25 мл на 100 г маси тіла тварини, спричиняє напруження захисних систем організму і призводить до порушення функціонального стану печінки. Про це свідчить підвищення проникності клітинних оболонок гепатоцитів та мітохондріальних мембран, що спричиняє зростання активності амінотрансфераз у сироватці крові впродовж усього періоду досліджень. При цьому пригніченою залишалася протеїнсинтезувальна функція печінки. Зафіксовано зменшення вмісту загального білка, особливо, його фракції – альбумінів на 18 %. Водночас на високому рівні залишалися показники рівня креатиніну, сечовини та білірубину загального. Для нормалізації функціонального стану печінки за оксидативного стресу доцільно застосовувати ліпосомальний препарат, який у своєму складі містить бутафосфан, інтерферон, розторопшу плямисту та вітаміни. При застосуванні ліпосомального препарату щурам, за умов оксидативного стресу, у крові нормалізується активність ензимів переамінування (АсАТ і АлАТ сироватки крові), білоксинтезувальна функція печінки, показників креатиніну сечовини та білірубину загального. На 14-ту добу досліду показники, що характеризують функціональний стан печінки знаходилися у межах фізіологічних величин, що вказує на нормалізацію проникності клітинних оболонок гепатоцитів та мітохондріальних мембран, протеїнсинтезувальної функції печінки за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату.

Ключові слова: аспартат-аміотрансфераза; аланін-аміотрансфераза; протеїнсинтезувальна функція печінки; бутафосфан; інтерферон; розторопша плямиста; вітаміни

Хімізація промислового виробництва та побуту, неконтрольоване використанням гепатотоксичних лікарських засобів далеко не повний перелік чинників, що призводять до зростання частоти токсичних уражень печінки [2, 5, 8]. Відповідно сучасних досліджень встановлено, що стійкість організму тварин та людини до захворювань здійснює імунна система, головною функцією якої є розпізнавання та знешкодження чужорідних речовин для підтримання стабільності генетичного гомеостазу організму. Велику роль у цих процесах відіграє печінка, де синтезуються протеїни, особливо глобулінові фракції. Крім цього, в печінці проходить синтез ензимів аміотрансфераз, які підтримують загальний гомеостаз в організмі [4, 7]. Серед багатьох факторів, що негативно впливають на імунну систему, протеїнсинтезувальну та ензимну функцію печінки тварин важливе місце займають різні імунодепресанти, які пригнічують вищезгадані функції [6]. За цих умов розвивається імунодефіцитний стан. Власне тому організм може уражатися вторинною бактеріальною, або вірусною інфекціями [1, 10, 14]. Для підвищення адаптаційної здатності й імунологічної реактивності організму, посилення протеїнсинтезувальної та ензимної функції печінки у тварин в останні роки з успіхом використовують нові комплексні препарати [11, 18, 20]. Окремими авторами встановлено стимулювальний вплив бутафосфану, розторопші, вітамінів на активність імунної, антиоксидантної та гепатопротекторної функції у тварин [11]. Однак метаболічна дія цих препаратів на функцію печінки та імунну систему на даний час у науковій літературі висвітлена недостатньо.

Наведене вище обґрунтовує доцільність дослідження впливу комплексного ліпосомального препарату, що містить у своєму складі бутафосфан, інтерферон, розторопшу та вітаміни на протеїнсинтезувальну функцію печінки та показники протеїнового обміну у тварин.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на молодих білих лабораторних щурах-самцях лінії Вістар, масою тіла 180-200 г, які утримувалися у стандартних умовах віварію Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок. Упродовж усього експерименту щурів утримували на збалансованому раціоні, що містив усі необхідні компоненти. Питну воду тварини отримували без обмежень із скляних поїлок об'ємом 0,2 літра.

Для досліджень було сформовано три групи щурів по 20 тварин у кожній. Щурам першої і другої дослідних груп для моделювання оксидативного стресу на першу і третю добу досліджень вводили внутрішньом'язово 50%-ий тетрахлорметан у формі олійного розчину дозою 0,25 мл на 100 г маси тіла тварин за методикою О. В. Стефанова (2002), яку визначали їх щоденним зважуванням, що дозволило чітко дотримуватися дії препарату у вказаній вище дозі впродовж усього експерименту. Тваринам контрольної групи вводили аналогічно об'єм фізіологічного розчину. Теоретично можливий вплив води на аналізовані біохімічні показники був однаковим як у дослідній, так і у контрольній групах тварин. Другій дослідній групі тварин на першу і третю доби досліджень за годину після застосування тетрахлоретану вводили ліпосомальний препарат дозою 2 мл/кг маси тварини. Досліджуваний ліпосомальний препарат містить у своєму складі такі речовини: бутафосфан, інтерферон, розторопша ін'єкційна та вітаміни А, Е і D₃. Кров для біохімічних досліджень брали після декапітації щурів на другу, п'яту, десяту та п'ятнадцяту доби експерименту під слабким ефірним наркозом.

Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей [16].

У сироватці крові, за допомогою стандартних наборів реактивів фірми „Simko Ltd (Чехія), визначали активність аспартат-аміотрансферази (АсАТ; КФ 2.6.1.1) та аланін-аміотрансферази (АлАТ; КФ 2.6.1.2) уніфікованим динітрофенілгідразиновим методом Райтмана-Френкеля. Метод базується на тому, що після додавання до сироватки крові 2,4 дифенілгідразинового реактиву відбувається переамінування і утворення глютамінової та пірвіноградної кислот (АсАТ), або глютамінової та щавелевооцтової кислот (АлАТ) і субстрат

забарвлюється у відповідний колір, інтенсивність якого прямопропорційна активності ензиму. Інтенсивність забарвлення субстрату визначали за допомогою приладу «Спекол». Крім цього, досліджували концентрацію загального протеїну, його фракцій, вміст сечовини, креатиніну та білірубіну загального [3].

Одержані результати обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми OriginPro 8 з використанням *t*-критерію Стьюдента. Вірогідно різними вважалися результати при $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати досліджень показників активності амінотрансфераз щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату наведені на рисунках 1–3. Встановлено, що після розвитку оксидативного стресу у щурів, викликаного введенням тетрахлорметану (дослідна група 1), змінювалися показники амінотрансферазної активності. Це зумовлено збільшенням проникності клітинних мембран гепатоцитів й мітохондріальних мембран і надходженням внутрішньоклітинних ензимів у кров. При цьому на 2-у добу досліді у тварин першої дослідної групи (D_1), яким внутрішньом'язево вводили 50%-ий тетрахлорметан дозою 0,25 мл на 100 г маси тіла, у сироватці крові зафіксовано зростання активності аспартат-амінотрансфераз (АсАТ) у 2,5 разу (рис. 1), та аланін-амінотрансфераз (АлАТ) удвічі (рис. 2) відносно контролю. Вказані показники активності амінотрансфераз у першій дослідній групі залишалися високими на 5- і 10-ту доби досліджень. На 14-ту добу у першій дослідній групі активність аспартат-амінотрансфераз та аланін-амінотрансфераз мала тенденцію до зниження, проте були вищими, ніж у тварин контрольної групи відповідно АсАТ на 93 %, АлАТ на 81 %. Досить показовою є величина коефіцієнта АсАТ/АлАТ на другу добу досліджень у тварин першої дослідної групи, а саме $3,52 \pm 0,06$ проти контролю – $2,72 \pm 0,04$ ($p < 0,05$), що вказує на те, що активність АсАТ була вищою від активності АлАТ. На 14-у добу досліджень цей показник залишався високим і становив $2,89 \pm 0,05$ проти контролю $2,72 \pm 0,04$ ($p < 0,05$), що на 9 % вище.

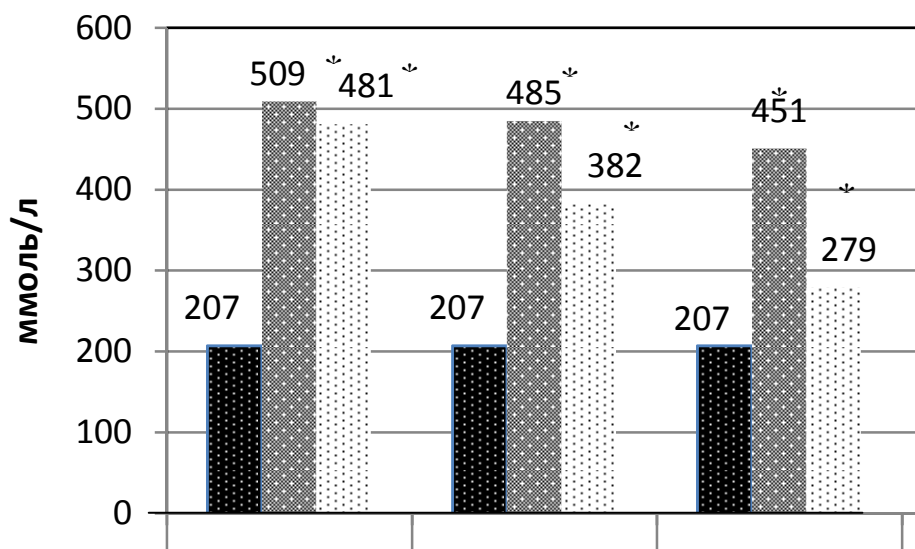


Рис. 1. Активність АсАТ сироватки крові щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату: К – контроль, D_1 – хворі, D_2 – ліковані.

За умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату у щурів другої дослідної групи (D_2) на другу добу досліджень констатовано вірогідне зростання АсАТ у 2,3 разу (рис. 1), АлАТ у 2,1 разу (рис. 2) відносно контролю, а величина коефіцієнта АсАТ/АлАТ у вказаний період досліді була більшою на 11,5 % порівняно із показниками у клінічно здорових тварин (рис. 3).

Вірогідні зміни зниження показників АсАТ та АлАТ за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату у сироватці крові щурів зафіксовано на п'яту добу досліджень.

Так, показник АсАТ сироватки крові у щурів першої дослідної групи за умов оксидативного стресу, становив $485,3 \pm 2,1$ ммоль/л, тоді як у тварин контрольної групи – $207,3 \pm 3,0$ ммоль/л ($p < 0,05$). На п'яту добу досліджень показник АлАТ становив $141,2 \pm 6,2$ ммоль/л проти $76,2 \pm 4,5$ ммоль/л у тварин контрольної групи. Зниження амінотрансферазної активності за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату у сироватці крові щурів констатовано на десяту добу досліджень. Так, показники АсАТ і АлАТ були нижчими порівняно із показниками другої доби досліджень і становили відповідно $278,8 \pm 1,8$ і $95,7 \pm 1,7$ ммоль/л, у тварин контрольної групи вони були відповідно $207,3 \pm 3,0$ і $76,2 \pm 4,5$ ммоль/л, що вказує на поступову нормалізацію активності амінотрансфераз у сироватки крові за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату.

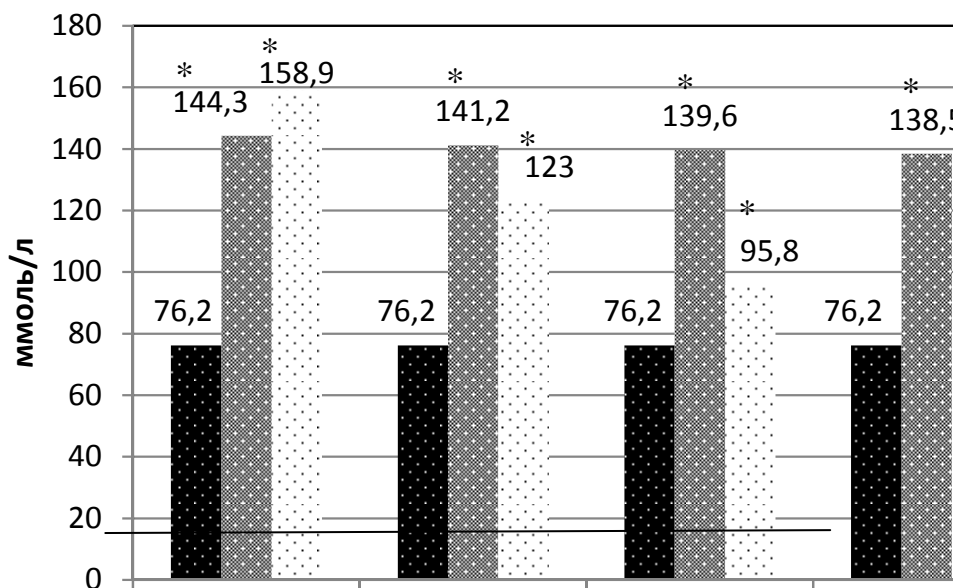


Рис. 2. Активність АлАТ сироватки крові щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату: К – контроль, Д1 – хворі, Д2 – ліковані.

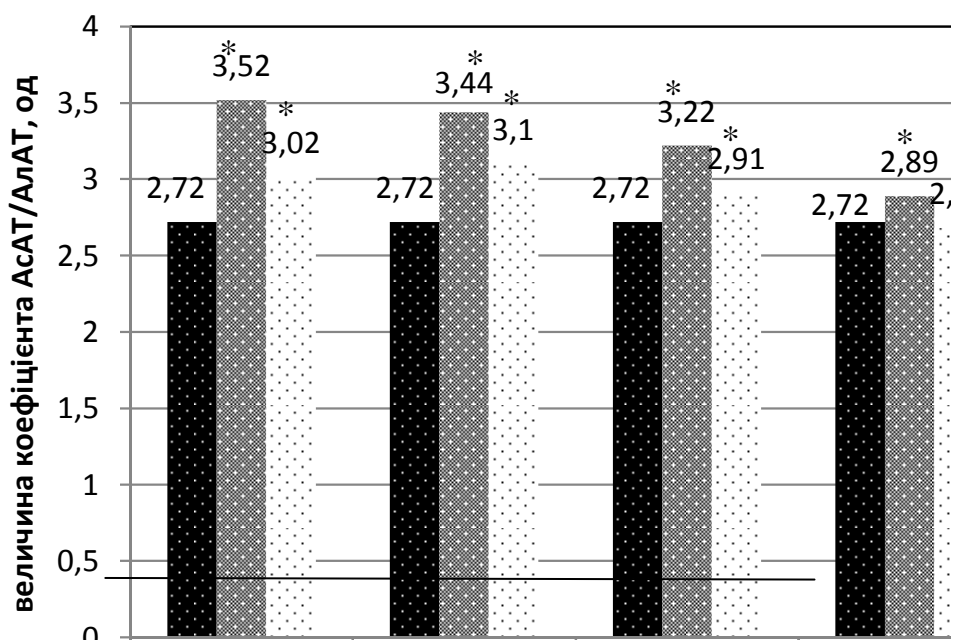


Рис. 3. Коefіцієнт АсАТ/АлАТ сироватки крові щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату: К – контроль, Д1 – хворі, Д2 – ліковані.

БІОХІМІЯ

На чотирнадцяту добу досліджень у щурів другої дослідної групи спостерігали нормалізацію показників активності амінотрансфераз.

Вивчення протеїнсинтезувальної функції печінки за захворювань має велике діагностичне та прогностичне значення. Важливим показником протеїнсинтезувальної функції печінки є рівень загального протеїну і його фракцій у сироватці крові. Він відображає ті зміни, що відбуваються в організмі за різних патологічних станів. У наших дослідах (табл.) встановлено, що за умов оксидативного стресу у щурів вміст альбумінів у сироватці крові був на 70 % менший, ніж у клінічно здорових.

Таблиця

Показники функціонального стану печінки щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату ($M \pm m$; $n=5$)

Показник	Групи тварин	Доба досліджень			
		друга	п'ята	десята	чотирнадцята
Протеїн загальний, Г/л	К	65,4±1,87			
	Д ₁	59,6±1,33*	58,2±2,05*	60,8±1,98	62,8±2,13
	Д ₂	58,8±1,76*	62,7±1,09	64,4±0,87	66,2±1,26
Альбуміни, Г/л	К	22,4±1,24			
	Д ₁	13,1±1,65***	12,9±2,21**	15,2±1,94**	18,1±1,85*
	Д ₂	13,7±1,94***	19,1±1,37	20,9±1,64	22,9±0,89
Глобуліни, Г/л	К	43,1±1,41			
	Д ₁	46,5±2,25*	45,3±2,65	45,6±1,87	44,7±2,26
	Д ₂	46,1±1,82*	43,6±2,24	43,5±1,64	43,3±1,75
Коефіцієнт, А/Г	К	0,52±0,02			
	Д ₁	0,28±0,03***	0,31±0,04**	0,33±0,03**	0,41±0,04*
	Д ₂	0,29±0,03***	0,45±0,03**	0,48±0,02	0,53±0,03
Креатинін, мкмоль/л	К	66,2±2,94			
	Д ₁	97,4±3,27***	95,6±4,65**	89,4±3,67*	82,2±4,56*
	Д ₂	98,5±3,78***	85,5±3,83*	74,5±2,89*	69,1±2,87
Сечовина, мкмоль/л	К	6,7±0,94			
	Д ₁	11,7±1,78*	11,1±1,56*	10,2±1,78*	9,3±1,03
	Д ₂	11,3±1,43*	9,3±0,78	7,5±0,73	6,3±0,93
Білірубін загальний, мкмоль/л	К	3,91±0,65			
	Д ₁	5,25±0,78*	5,05±0,88*	4,53±0,98	4,42±0,78
	Д ₂	5,02±0,85*	4,36±0,85	4,12±0,85	3,82±0,85

Примітка. Різниця вірогідні порівняно до контролю: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Водночас, вміст загального протеїну у сироватці крові щурів зменшився лише на 10 %. Це зумовлено тим, що поряд зі зниженням вмісту альбумінів у сироватці крові на 8,8 % збільшився вміст глобулінової фракції протеїну. Це призвело до альбуміно-глобулінової диспропорції у сироватці крові хворих тварин. Внаслідок цього величина А/Г коефіцієнта складала $0,28 \pm 0,03$ ($p < 0,001$), проти $0,52 \pm 0,02$ у клінічно здорових щурів.

На 5- і 10-ту добу досліджень вміст загального протеїну й альбумінів у першій дослідній групі тварин залишалися низькими, а рівень глобулінів мав тенденцію до підвищення. На 14-у добу у першій дослідній групі зафіксовано тенденцію до підвищення вмісту загальних протеїнів і альбумінів, проте їх рівень був менший, ніж у тварин контрольної групи, відповідно на 5 і 24 %. При цьому рівень глобулінів у сироватці крові тварин був на рівні контрольних величин. Досить показовою є величина коефіцієнта А/Г. На 14-у добу досліджень у тварин першої дослідної групи величина коефіцієнта А/Г становила $0,41 \pm 0,04$ проти контролю – $0,52 \pm 0,02$ ($p < 0,05$). Така величина коефіцієнта безсумнівно вказує на пригнічення протеїнсинтезувальної функції печінки у досліджуваних тварин.

За умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату у сироватці крові щурів другої дослідної групи на п'яту і десяту доби досліджень констатовано вірогідне підвищення

вмісту загального протеїну й альбумінів і зниження рівня глобулінів. На чотирнадцяту добу досліджень за вказаних умов у щурів другої дослідної групи спостерігали нормалізацію показників протеїнсинтезувальної функції печінки. У межах фізіологічної норми були показники вмісту загальних протеїнів, альбумінів, глобулінів та коефіцієнт А/Г порівняно з тваринами контрольної групи.

За умов оксидативного стресу у сироватці крові щурів досить високими були вміст креатиніну на 47 %, сечовини на 74 % та білірубіну загального на 34 %. Дані показники у тварин першої дослідної групи мали тенденцію до зниження на 5- і 10-ту доби досліджень, проте, на 14-ту добу вони були більшими, ніж у контролі.

За умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату у сироватці крові щурів другої дослідної групи на 5- і 10-ту доби досліджень зафіксовано тенденцію до нормалізації рівня креатиніну, сечовини та білірубіну загального, а на 14-ту добу ці показники були на рівні контрольних величин.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено позитивну дію ліпосомального препарату на організм щурів за умов інтоксикації тетрахлорметаном, що виявлялося нормалізацією активності амінотрансфераз, протеїнсинтезувальної функції печінки та показників рівня креатиніну, сечовини та білірубіну загального в сироватці крові щурів.

Ряд авторів [19, 21, 24] зазначають, що токсична дія тетрахлорметану на печінку також супроводжується порушенням її функціонального стану, що характеризується накопиченням амінотрансфераз у сироватці крові лабораторних тварин. Згідно літературних даних підвищення активності вказаних ензимів після ураження печінки тісно корелює зі ступенем деструкції гепатоцитів [15, 17, 23, 25].

Окремі науковці [13, 15, 25] вважають, що показники активності ензимів у сироватці крові не завжди об'єктивно відображають функціональний і морфологічний стани печінки. Адже, амінотрансферази можуть проникати в кров із інших органів, особливо, з міокарду за виникнення інфаркту. Частковим джерелом надходження амінотрансфераз у сироватку крові після запальних процесів є лейкоцити, що руйнуються у вогнищі запалення. Адже, в лейкоцитах досить високий рівень амінотрансфераз. Проте, більшість науковців [12, 17, 24] у гуманній і ветеринарній медицині пропонує визначення активності амінотрансфераз у сироватці крові використовувати як високочутливий тест на проникність мембран гепатоцитів при ураженні печінки екзогенними, або ендогенними токсинами. Як зазначають клініцисти, висока активність АсАТ і АлАТ у сироватці крові відіграє діагностичне значення за виникнення гострого гепатиту, тому, що характеризується високою чутливістю навіть за безсимптомного, або легкого перебігу токсикозу. Після виникнення гепатитів активність АлАТ у сироватці крові підвищується раніше і більшою мірою, ніж активність АсАТ [22, 23].

Ми вважаємо, що амінотрансферазна гіперензимемія у сироватці крові хворих тварин настала внаслідок дії на печінку тетрахлорметану, який діє деструктивно на фосфоліпиди клітинних мембран, що призводить до збільшення їх проникності та вивільнення амінотрансфераз із гепатоцитів у кров.

Висновки

За умов отруєння щурів тетрахлорметаном у печінці наступають глибокі деструктивні зміни клітинних оболонок гепатоцитів та мітохондріальних мембран, що проявлялось підвищеною активністю амінотрансфераз. При цьому констатовано пригнічення протеїнсинтезувальної функції печінки – зниження рівня альбумінів і загального протеїну та підвищення глобулінів, що призвело до альбуміно-глобулінової диспропорції у сироватці крові хворих тварин. Внаслідок цього зменшилась величина А/Г коефіцієнта. Водночас у сироватці крові збільшився вміст креатиніну на 47 %, сечовини на 74 % та білірубіну загального на 34 %.

При застосуванні ліпосомального препарату щурам, за умов оксидативного стресу впродовж досліджень у сироватці крові настає нормалізація активності амінотрансфераз, протеїнсинтезувальної функції печінки, показників креатиніну, сечовини та білірубіну загального.

1. *Антиоксидантны* свойства флаволигнанов плодов расторопши пятнистой / [Куркин В. А., Лебедев А.А., Запесочная Г.Г. и др.] // Растительные ресурсы. — 2003. — Т. 39 (1). — С. 89—94.
2. *Велікая Н. В.* Оцінка ліпідного комплексу сироватки крові й жовчі при токсичному ураженні печінки / Н. В. Велікая, В. І. Ципріян, Т. С. Брюзгіна // Медична хімія. — 2004. — Т. 6, № 1. — С. 33—35.
3. *Влізла В. В.* Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник за ред. В. В. Влізла / Влізла В. В., Федорук Р.В., Ратич І.В. — Львів: Сполом, 2012. — 764 с.
4. *Германюк Я. Л.* Аминотрансферазы у сельскохозяйственных животных / Я. Л. Германюк, М. М. Мартынюк // Исслед. в животноводстве: Наук. пр. Львовского зооветеринарного института, 1964. — С. 56—58.
5. *Посохова К. А.* Порівняльна гепатотоксичність антимікобактеріальних засобів та їх комбінацій / К. А. Посохова, О. О. Шевчук, Т. В. Дацко // Фармакологія та лікарська токсикологія. — 2010. — № 5 (18). — С. 41—46.
6. *Харив И. И.* Ферментативная активность сыворотки крови в индюков, пораженных эймериозогистомонозной инвазией, под воздействием совместного влияния бровитакокцида и плодов расторопши плямистой / И. И. Харив // Перспективы развития научных исследований в 21 веке: сборник материалов 1-й международная науч.-практ. конф., 31 января, 2013 г. / Научно-издательский центр «Апробация» — Москва: Издательство Перо. — С. 234—238.
7. *Харів І. І.* Активність амінотрансфераз, фосфатаз і фосфорилаз на тлі дії бровітакокциду і плодів розторопші плямистої у інтактних індиків / І. І. Харів // Науково-теоретичний журнал Інституту біології тварин. — 2012. — Т.14, № 1-2. — С. 212-217.
8. *Чумаченко В. Ю.* Дослідження імунної системи. Механізми захисту організму / В. Ю. Чумаченко, В. В. Чумаченко, О. І. Павленко // Ветеринарна медицина України. — 2004. — № 4. — С. 23—26.
9. *Adom K. K.* Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties / K.K. Adom, M.E. Sorrells, R.H. Liu // J. Agric. Foat. Chem. — 2005. — Vol. 53. — P. 2297—2306.
10. *Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries* / [Meyers K.K., Watkins C.B., Pritts M.P., Liu R.H.] // J. Agric. Foat. Chem. — 2003. — Vol. 23. — P. 6887—6892.
11. *Batakov E. A.* Effect of Silibum marianum oil and legalon on lipid peroxidation and liver antioxidant systems rats intoxicates with carbon tetrachloride / E.A. Batakov // Eksp. Klin. Farmakol. — 2001 — Vol. 64. — P. 53—55.
12. *Calabrese E.* Role of tissue repair in carbon tetrachloride hepatotoxicity in male and female Sprague-Dawley and Wistar rats / E. Calabrese, Leonard D. Zhao Xiaoqiang // International Journal of Toxicology. — 1999. — Vol. 15. — P. 62—69.
13. *Cherkashina D. V.* Hepatoprotective effect of fetal tissue cytosol and its thermostable fraction in rats with carbon tetrachloride-induced hepatitis. / D. V. Cherkashina, A. Yu. Petrenko // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. — 2006. — Vol. 141,4. — P. 544—547.
14. *Devanto V., Wu X., Liu R.H.* Processed sweet corn has higher antioxidant activity / Devanto V., Wu X., Liu R.H. // Agric. Foat. Chem. — 2002. — Vol. 50 (17). — P. 4959—4964.
15. *Drug-induced hepato-toxicity test using gamma-glutamylcysteine synthetase knockdown rat* / Morita M., Akai S., Hosomi H. [et. al.] // Toxicol. Lett. — 2009. — Vol. 189 (2). — P. 159—165.
16. *European Commission.* Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the council of 22 September 2010 and of the council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. Available at: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:EN:PDF>.
17. *Lisosan G*, a powder of grain, does not interfere with the drug metabolizing enzymes and has a protective role on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity / [Longo V., Chirulli V., Giovanni Gervasi P., Pellegrini M.] // Biotechnology Letters. — 2007. — Vol. 29 (8). — P. 1155—1159.
18. *Liu R. H.* Potential cell culture models for antioxidants research / R. H. Liu, J. Finley // J. Agric. Foat. Chem. — 2005. — Vol. 53 (10). — P. 4311—4314.
19. *Polyamines and thiols in the cytoprotective effect of L-cysteine and L-methionine on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity* / [Chen W., Kennedy D. O., Kojima A., Matsui-Yuasa I.] // Amino Acids. — 2000. — Vol. 18, 4. — P. 319—327.
20. *Rababah T. M.* Effect of Ascorbic Acid and Dehydration on Concentrations of total Phenolics antioxidant Capacity, Anthocyanins and color in Fruits / T.M. Rababah, K.I. Ereifei, L. Howard // J. Agric. Foat. Chem. — 2005. — Vol. 53 (11). — P. 443—447.
21. *Saba A. B.* Amelioration of carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity and haemotoxicity by aqueous leaf extract of Cnidocolus aconitifolius in rats / Saba A. B., Oyagbemi A.A., Azeez O.I. // Nig. J. Physiol. Sci. — 2010. — Vol. 25. — P. 139—147.

22. *The influence of the Xymedon preparation (Hydroxyethyl dimethyl dihydropyrimidine) on the rat liver recovery under toxic damage induced by carbon tetrachloride* / [A. B. Vyshtakaliuk, N. G. Nazarov, A. G. Porfiriev et al.] // *Doklady Biochemistry and Biophysics*. — 2015. — Vol. 462 (1). — P. 143—146.
23. *The protective effect of hepatocyte growth-promoting factor (pHGF) against carbon tetrachloride-induced acute liver injury in rats: an ultrastructural study* / [Sato S., Dai W., Liu X.-L., Asano G.] // *Medical Electron Microscopy*. — 1999. — Vol. 32 (3). — P. 184—192.
24. *Usha K.* Hepatoprotective effect of *Hygrophila spinosa* and *Cassia occidentalis* on carbon tetrachloride induced liver damage in experimental rats / Usha K., Mary Kasturi G., Hemalatha P. // *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. — 2007. — Vol. 22 (2). — P. 132—135.
25. *Wolf P. L.* Biochemical diagnosis of liver disease / P. L. Wolf // *Indian J. Clin. Biochem.* — 1999. — Vol. 14. — P. 59—65.

М. И. Харив, Б. В. Гутый, О. И. Вищур, И. Е. Соловодзинская

Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого
Институт биологии животных НААН Украины
Львовский национальный аграрный университет

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ У КРЫС В УСЛОВИЯХ ОКСИДАЦИОННОГО СТРЕССА И ДЕЙСТВИЯ ЛИПОСОМАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА

Приведены результаты исследований влияния разработанного комплексного липосомального препарата на функциональное состояние печени, а именно: динамику показателей активности аминотрансфераз организма крыс, протеинсинтезирующую функцию печени (уровня общего белка и его фракций), билирубина общего, мочевины и креатинина в условиях смоделированного оксидационного стресса, вызванного применением тетрахлолорметана. Внутримышечно введения крысам исследовательских групп 50% тетрахлолорэтана в дозе 0,25 мл на 100 г массы тела животного, вызывает антигенную нагрузку на организм и приводит к нарушению функционального состояния печени. Об этом свидетельствует повышение проницаемости клеточных оболочек гепатоцитов и митохондриальных мембран в результате этого повышается активность аминотрансфераз в сыворотке крови в течение всего периода исследований. Подавленной оставалась протеинсинтезирующая функция печени. Ниже физиологической нормы был уровень общего белка, особенно, его фракции - альбуминов на 18%. На данный период времени высокими оставались показатели уровня креатинина, мочевины и билирубина общего. Для нормализации функционального состояния печени при оксидационном стрессе целесообразно применять липосомальный препарат, который в своем составе содержит бутафосфан, интерферон, расторопшу пятнистую и витамины. При применении липосомального препарата крысам, в условиях оксидационного стресса, в крови наступает нормализация активности энзимов переаминирования, билосинтезирующей функции печени, показателей креатинина мочевины и билирубина общего. На 14-е сутки опыта показатели, характеризующие функциональное состояние печени, колебались в пределах физиологических величин, что указывает на нормализацию проницаемости клеточных оболочек гепатоцитов и митохондриальных мембран, протеинсинтезирующей функции печени в условиях оксидационного стресса и за действия липосомального препарата.

Ключевые слова: аспартат-аминотрансфераза; аланин-аминотрансфераза; протеинсинтезирующая функция печени; бутафосфан; интерферон; расторопша пятнистая; витамины

M. Khariv, B. Hutyi, O. Vishchur, I. Solovodzinska

Lviv National Stepan Gzhytsky University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Ukraine
Institute of Animal Biology NAAS of Ukraine
Lviv National Agrarian University, Ukraine

FUNCTIONAL STATE OF RAT LIVER UNDER CONDITIONS OF OXIDATIVE STRESS AND USE OF A LIPOSOME DRUG PRODUCT

This article presents the results of research on the influence of complex liposome medicine on the functional state of rat liver, namely the changes in measures of aminotransferase activity, synthesis of

protein (total protein level and its fractions), total bilirubin, urea and creatinine under conditions of simulated oxidative stress caused by the use of carbon tetrachloride.

Intramuscular injection of 50% solution of tetrachloromethane at a dose of 0.25 ml per 100 g of body weight to rats from the experimental group causes antigenic load in the body and leads to liver failure. It is demonstrated by hyperpermeability of cell membranes of hepatocytes and mitochondrial membranes causing the increase in the activity of aminotransferases in serum throughout the period of research. Moreover, the protein synthesis was inhibited. The level of total protein was lower than the physiological norm, especially of albumin by 18%. At the time of measurement the indicators of creatinine, urea and total bilirubin levels remained high. To improve the functional state of rat liver suffering the oxidative stress it is advisable to use a liposome drug product comprising butafosfan, interferon, milk thistle and vitamins.

The use of liposome drug promotes the processes of normalization of such values as enzymes transamination (AsT and AlAT of serum), protein synthesis, levels of urea creatinine and total bilirubin. On the 14th day of the experiment parameters describing the functional state of rat liver were approaching the reference (normal) values indicating the normalization of the permeability of cell membranes of hepatocytes and mitochondrial membranes and proper liver functioning in the process of protein synthesis after the influence of oxidative stress and the use of liposome drug product.

Key words: aspartate-aminotransferase; alanine-aminotransferase; protein synthesis; butafosfan; interferon; milk thistle; vitamins

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 25.05.2016

МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

УДК 616.72-002.77-085-07

В. С. ПЕХЕНЬКО

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, кафедра загальної практики (сімейної медицини)

бульвар Тараса Шевченка 13/7, м. Київ, 02002

ОСОБЛИВОСТІ МЕТАБОЛІЗМУ АЗОТУ У ХВОРИХ З РЕВМАТОЇДНИМ АРТРИТОМ, ПОЄДНАНИМ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ТА ЙОГО ЗМІНИ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ МЕДИКАМЕНТОЗНОЇ ТЕРАПІЇ

В роботі було вивчено вплив трьох різних методів лікування хворих з ревматоїдним артритом на показники метаболізму азоту. В дослідженні приймали участь 89 хворих (25 чол., 64 жін., у віці від 35 до 65 років) на ревматоїдний артрит. Пацієнти були розподілені на три групи в залежності від виду лікування, та 20 здорових осіб.

Під час дослідження у пацієнтів, що отримували терапію Ремікейдом (друга група) спостерігалось зниження оксиду азоту в системному кровотоці. На фоні фармакотерапії метатрексатом (третья група) досліджуваний показник підвищувався на протязі дослідження. Враховуючи, що рівень сумарних метаболітів оксиду азоту підвищувався пропорційно тяжкості патологічного процесу – цей показник може бути використаний в якості одного з маркерів активності процесу, тяжкості перебігу захворювання та моніторингу лікування.

Ключові слова: ревматоїдний артрит, артеріальна гіпертензія, оксид азоту

Ревматоїдний артрит (РА) - найпоширеніше аутоімунне захворювання. Незалежно від раси і кліматогеографічних умов поширеність РА в різних країнах світу становить від 0,4 до 1,5% [7, 10]. В Україні поширеність РА становить 340 випадків на 100 тисяч дорослого населення, причому, хвороба вражає, переважно, людей працездатного віку (20-50 років). Жінки хворіють на РА в 3-4 рази частіше, ніж чоловіки [2].

Ризик захворювання вищий у гомозиготних носіїв антигена HLA - DR4 і антигенів HLA - DR, третя гіперваріабельна ділянка бета-ланцюга, який має певну амінокислотну послідовність [11].

Останнім часом спостерігається істотний прогрес у з'ясуванні причин, патогенетичних механізмів, підходів до діагностики та лікування ревматоїдного артриту – хронічного прогресуючого системного захворювання сполучної тканини з ураженням суглобів, переважно дрібних, за типом ерозивно-деструктивного поліартриту і частим системним запальним ураженням внутрішніх органів. Особливість цього захворювання в тім, що, за відсутності ефективного лікування, воно призводить до порушення функції суглобів, їхньої деформації, швидкої інвалідизації і скорочення тривалості життя пацієнтів [3, 4, 5].

Останні два десятиліття ознаменувалися значними досягненнями у вивченні патофізіології та лікуванні РА. Призначення на ранніх етапах захворювання (в перші три

місяці) хворобо-модифікуючих антиревматичних лікарських засобів (ЛЗ) в адекватних дозуваннях дозволяє у багатьох випадках успішно контролювати активність захворювання, запобігати або сповільнювати виникнення ерозивних процесів.

Великим досягненням стало створення та впровадження в клінічну практику лікування РА так званих біологічних агентів - медичних ЛЗ, отриманих методом генної інженерії, мішенями для яких є ключові прозапальні цитокіни, їх рецептори та імункомпетентні клітини. Ці ЛЗ надають можливість використання низьких доз глюкокортикоїдів (ГК) як для контролю активності захворювання, так і сповільнення процесу суглобових уражень [7, 8, 9, 12, 13].

Метою даної роботи є дослідити особливості змін рівня метаболітів оксиду азоту у хворих на РА поєднаний з артеріальною гіпертензією та їх зміни під впливом лікування.

Матеріал і методи досліджень

В дослідження було включено, після підписання інформованої згоди, 89 осіб з ревматоїдним артритом. Клінічні та лабораторно – інструментальні дослідження проводились на кафедрі загальної практики (сімейної медицини) Національного медичного університету ім. О.О.Богомольця на базі Поліклініки №2 Шевченківського району м. Києва, наукової біохімічної лабораторії Центру термальних пошкоджень та пластичної хірургії м. Києва.

Визначення ступеню та стадії АГ проводили на підставі сучасної класифікації Українського товариства кардіологів та Клінічних рекомендацій з артеріальної гіпертензії Європейського товариства гіпертензії (European Society of Hypertension (ESH)) та Європейського товариства кардіологів (European Society of Cardiology (ESC)) 2013 року.

Для встановлення стадії артеріальної гіпертензії використовували класифікацію за ураженням органів-мішеней (Наказ МОЗ України №247 від 1.08.98р). Діагноз формулювався із зазначенням стадії захворювання та характеру ураження органів-мішеней. У досліджуваних нами хворих переважала II ст. гіпертонічної хвороби і найчастіше у пацієнтів реєструвались: звуження артерій сітківки, гіпертрофія лівого шлуночка, мікроальбумінурія.

Діагноз РА був встановлений на основі діагностичних критеріїв РА (ACR/EULAR, 2010) та критеріїв, що були прийняті Американським коледжем ревматологів ACR (1987 р.).

Пацієнтам проводилась рентгенографія кистей з подальшою оцінкою рентгенологічної стадії РА за Штайнброкером.

Всі хворі були розподілені на 3 групи, на підставі даних обстеження всі хворі були розподілені на 3 групи в залежності від ступеня активності РА та виду лікування ревматоїдного артриту.

До першої групи ввійшли 32 пацієнти з мінімальною активністю РА (при DAS 28 < 3,2), які отримували метатрексат у дозі 7,5 мг на тиждень, а у період загострення ГК в початковій дозі 15-20 мг з поступовим її зниженням на 2,5 мг на тиждень і залишались на підтримуючій дозі 2,5 або 5 мг до кінця дослідження.

Пацієнти 2 і 3 груп мали активність РА 3 ступеня і всі вони отримували ГК з початковою дозою 30-40 мг і поступовим зниженням її на 5 мг на тиждень до підтримуючої 7,5-10 мг.

Другу групу склали 30 пацієнтів, у яких був 3-й ступінь активності РА (при значеннях DAS 28 > 5,1) і в яких проба Манту була негативна, тобто вони не мали протипоказів до призначення інфліксимабу. Ці пацієнти отримували метатрексат у дозі 7,5 мг на тиждень та інфліксимабу дозі 3 мг/кг в/в крапельно через інфузомат на початку лікування, через 2 тижні, потім через 6 тижнів, і через кожні 8 тижнів протягом року.

Третю групу склали 27 пацієнтів, які мали також третій ступінь активності РА (індекс DAS 28 > 5,1), але мали протипокази до призначення інфліксимабу (позитивна проба Манту). Вони отримували метатрексат від 15мг (по 5мг x 3 р) до 22,5 мг (по 7,5 мг x 3 р) на тиждень.

Лікування гіпертонічної хвороби проводилось всім хворим призначенням інгібіторів АПФ та антагоністів кальцію в дозах лізиноприл – 10 мг/добу та амлодипін 5 мг/добу в залежності від тиску та незалежно від групи клінічного дослідження.

Контрольну групу склали 20 практично здорових осіб віком від 30 до 65 років, з яких було 12 жінок та 8 чоловіків. Критеріями відбору до контрольної групи були:

- відсутність будь-яких захворювань напередодні та на момент обстеження;
- відсутність шкідливих звичок;

-задовільні матеріально-побутові умови проживання.

Спостереження за хворими тривало протягом 6 місяців. Порівняння результатів проводилось тричі: до початку лікування, через 3 місяці та через 6 місяців від початку лікування.

Результати досліджень та їх обговорення

При визначенні вмісту сумарних метаболітів оксиду азоту на першому етапі спостереження у хворих з мінімальною активністю РА та АГ (перша група досліджених) було встановлено підвищення їх рівню (табл. 1). При цьому встановлено, що ці показники перевищували значення контролю в 1,68 рази ($p < 0,05$).

Таблиця 1

Вміст сумарних метаболітів NO у хворих першої групи, ($M \pm \sigma$, $n=32$)

Досліджувані показники	Термін дослідження			Контрольна група, $n=20$
	1	2	3	
Сумарні метаболіти NO, мкмоль/л	4,17±0,60*	3,08±0,45	2,67±0,47	2,47±0,34

Примітки: знаком * позначені вірогідні відмінності ($p < 0,05$) в порівнянні з показниками здорових осіб.

При дослідженні вмісту нітрату натрію на другий термін дослідження встановлено зниження цих показників по відношенню до вихідних значень в 1,35 рази, при цьому отримані результати перевищували значення здорових осіб в 1,24 рази.

При третьому дослідженні, яке було проведено через 6 місяців від початку лікування, було встановлено подальше зниження вмісту нітрату натрію по відношенню до вихідних значень в 1,56 рази ($p < 0,05$). В цьому разі сумарне значення метаболітів оксиду азоту наближались до значень здорових осіб.

У пацієнтів другої групи – хворі на РА з максимальною активністю запального процесу, що перебігає на тлі АГ, в перші строки дослідження встановлено підвищення вмісту нітрату натрію в сироватці крові відносно значень здорових осіб в 2,29 рази ($p < 0,05$) – табл. 2

Таблиця 2

Вміст сумарних метаболітів NO у хворих третьої групи, ($M \pm \sigma$, $n=30$)

Досліджувані показники	Одиниці виміру	Термін дослідження			Показники здорових осіб, $n=20$
		1	2	3	
Сумарні метаболіти NO, мкмоль/л		5,67±0,43*	4,45±0,34*	3,57±0,42*	2,47±0,34

Примітки: знаком * позначені вірогідні відмінності ($p < 0,05$) в порівнянні з показниками здорових осіб.

В другому терміні дослідження у пацієнтів означеної групи виявлена тенденція до зниження вмісту нітрату натрію відносно вихідних значень в 1,27 рази ($p < 0,05$), однак цей показник перевищував значення здорових осіб в 1,8 рази ($p < 0,05$).

В подальшому тенденція до зниження досліджуваних показників відносно вихідних даних зберігалась, але значень здорових осіб вони не досягали.

У хворих третьої групи з позитивною реакцією Манту та максимальною активністю запальної реакції при РА, що перебігає в поєднанні з АГ, встановлено, що в перші строки дослідження показники вмісту сумарних метаболітів NO перевищували значення здорових осіб в 2,32 рази ($p < 0,05$) – таблиця 3.

Вміст сумарних метаболітів NO у хворих другої групи, (M±σ, n=27)

Досліджувані показники	Одиниці виміру	Термін дослідження			Показники здорових осіб, n=20
		1	2	3	
Сумарні метаболіти NO, мкмоль/л		5,72±0,51*	6,22±0,41*	6,63±0,32*	2,47±0,34

Примітки: знаком * позначені вірогідні відмінності (p<0,05) в порівнянні з показниками здорових осіб.

Другий термін спостереження за хворими третьої групи висвітлив підвищення означеного показника на 8,2%. Ця тенденція зберігалась до кінця спостереження та вміст сумарних метаболітів оксиду азоту перевищував показник норми та залишався в 2,68 (p<0,05) рази вище за значення здорових осіб.

Висновки

Отже, для хворих на РА у поєднанні з АГ було характерним підвищення вмісту оксиду азоту та його метаболітів. Рівень сумарних метаболітів оксиду азоту підвищувався пропорційно тяжкості патологічного процесу.

Ремікейд інгібує утворення оксиду азоту в системному кровотоці, що корелювало зі зниженням прозапальних цитокінів (друга група). На фоні фармакотерапії метатрексомом (третья група) досліджуваний показник підвищувався на протязі дослідження. В такому разі, рівень метаболітів оксиду азоту може бути використано в якості одного з маркерів активності процесу, тяжкості перебігу захворювання та моніторингу лікування.

1. *Ерш И. Р.* Гемодинамические и органопротективные эффекты Экватора у больных артериальной гипертензией и сопутствующим ревматоидным артритом / [И. Р.Ерш, А. И.Матвейчик, В. С.Лучко и др.] // Мед. новости. — 2009. — № 1. — С. 68—71. (Yorsh I.R., Hemodynamic and organoprotective effects of Equator in patients with arterial hypertension and concomitant rheumatoid arthritis / [I.R. Ersh, A.I. Matveychik, V.S. Luchko et al.] // Med. news. — 2009. — № 1. — S. 68—71.)
2. *Коваленко В. Н.* Ревматоидный артрит: этиопатогенез, клиника, диагностика, лечение / В. Н. Коваленко // Ліки України. — 2005. — № 1. — С. 24—26.
3. *Насонов Е. Л.* Фармакотерапия ревматоидного артрита — современные рекомендации / Е. Л. Насонов // Врач. — 2007. — № 1. — С. 38—42.
4. *Насонов Е. Л.* Применение инфликсимаба (моноклональные антитела к фактору некроза опухоли) в ревматологии: новые данные / Е. Л. Насонов // РМЖ. — 2004. — Т. 12, № 20. — С. 1123—1127.
5. *Насонов Е. Л.* Современные стандарты фармакотерапии ревматоидного артрита [Насонов Е. Л., Каратеев Д.Е., Чичагова Н.В., Чемерис Н.А.] // Клин. фарм. терапия. — 2005. — № 1. — С. 72—75.
6. *Окороков А. Н.* Диагностика болезней внутренних органов / А. Н. Окороков. — М.: Мед. лит., 2001. — Т. 2. — 576 с.
7. *Пачкунова М. В.* Иммунологический профиль больных ревматоидным артритом / М. В. Пачкунова // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 1. — С. 148—157. (Pachkunova M.V., The immunological profile of patients with rheumatoid arthritis / Fundamental research. — 2011. — № 1. — S. 148—157.)
8. *Ребров Б. О.* До питання про ранній розвиток атеросклеротичного ураження судин у хворих на ревматоїдний артрит / [Б.О. Ребров та ін.] // Укр. ревматол. журн. — 2009. — № 3. — С. 17—21. (Rebrov B.O., On the early development of atherosclerotic vascular lesions in patients with rheumatoid arthritis / [B.O. Rebrov et al.] // Ukr. revmatol. Zh. — 2009. — № 3. — P. 17—21.)
9. *Шуба Н. М.* Механизмы развития кардиоваскулярных поражений при ревматических болезнях и пути их коррекции / Н. М. Шуба // Здоров'я України. — 2010. — № 1 (березень). — С. 72—73. (Shuba N.M. Mechanisms of cardiovascular disorders in rheumatic diseases and ways of their correction // Health of Ukraine. — 2010. — № 1 (March). — P. 72—73.)
10. *Gabriel S. E.* The epidemiology of rheumatoid arthritis / S. E. Gabriel // Rheum. Dis. Clin. North Amer. — 2001. — Vol. 27. — P. 269—281.
11. *Schmidt S.* Genomic variation and autoimmune disease / S. Schmidt, F. Barcellos // Immunogenetics of Autoimmune Diseases. — 2003. — № 2. — P. 13—27.

12. *Solomon D. H.* Cardiovascular risk factors in women with and without rheumatoid arthritis. / Solomon D.H., Curhan G.C., Rimm E.B. et al. // *Arthritis Rheum.*, 2004; 50: 3444—3449.
13. *Turesson C.* Increased incidence of cardiovascular disease in patients with rheumatoid arthritis: results from a community based study. / C. Turesson, A. Jarenros, and L. Jacobsson // *Annals of the Rheumatic Diseases*, Vol. 63, N. 8, pp. 952—955, 2004.

В. С. Пехенько

Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, кафедра общей практики (семейной медицины), Киев

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА АЗОТА У БОЛЬНЫХ С РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ, СОВМЕЩЕННЫМ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ.

В работе было изучено влияние трех различных методов лечения больных с ревматоидным артритом на показатели метаболизма азота. В исследовании принимали участие 89 больных (25 чел., 64 жен., в возрасте от 35 до 65 лет) с ревматоидным артритом. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от вида лечения, и 20 здоровых лиц.

Во время исследования у пациентов, получавших терапию Ремикейдом (вторая группа) наблюдалось снижение уровня оксида азота в системном кровотоке. На фоне фармакотерапии метатрексатом (третья группа) исследуемый показатель повышался на протяжении исследования. Учитывая, что уровень суммарных метаболитов оксида азота повышался пропорционально тяжести патологического процесса - этот показатель может быть использован в качестве одного из маркеров активности процесса, тяжести течения заболевания и мониторинга лечения.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, артериальная гипертензия, оксид азота

V. S. Pekhenko

National Medical University named after O.O.Bogomolets, Department of General practice (family medicine), Kyiv, Ukraine

FEATURES NITROGEN METABOLISM IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS, COMBINED WITH HYPERTENSION AND ITS CHANGES IN DIFFERENT TYPES OF MEDICATION.

The the goal of our research was to explore the particularities of metabolites of nitric oxide in patients with RA combined with hypertension and their changes under the influence of treatment.

89 patients with RA and hypertension (25 male, 64 female, aged 35 to 65 years), were included in research, after obtaining informed consent. All patients, (depending on the degree of RA activity), were stratified into three groups, which were accordingly prescribed different therapeutic complexes :

The first group included 32 patients (8 male, 24 female, aged 36 to 65 years) with a minimum RA activity level (as DAS 28 <3.2) who received methotrexate at a dose of 7.5 mg a week, an exacerbation glucocorticoids were administrated in initial dose of 15,0-20,0 mg with gradual reduction of 2.5 mg per week and remained at a maintenance dose of 2.5 or 5.0 mg till the end of the study;

Second group consisted of 30 patients (10 male, 20 female, aged 36 to 65 years) with a third-level active RA (index DAS 28 > 5.1), which had negative Mantoux test reaction, (i.e. they had no contraindications to use "Remicade") and who had received methotrexate at a dose of 7.5 mg a week and " Remicade " at a dose of 3 mg/kg in/drip through infusomat at the beginning of treatment, then in two 2 weeks, again in 6 weeks, and then once in 8 weeks for 6 months;

Third group was composed of 27 patients in total (7 male, 20 female, aged 35 to 64 years) who had a third-level active RA (index DAS 28 > 5.1), but had contraindications to use " Remicade " (due to positive Mantoux test) and therefore they received methotrexate from 15.0 mg (by 5.0 mg x 3) to 22.5 mg (7.5 mg x 3) a week.

Because patients from 2-nd and 3-rd group had a third-level active RA, all of them also received an initial dose of glucocorticoids of 30,0-40,0 mg with further gradual reduction by 5.0 mg per week before the maintenance dose of 7,5-10, 0 mg was reached.

Clinical effectiveness and safety evaluation of a therapy based on fixed combination of amlodipine and lisinopril (drug "Equator", ОАО "Gideon Richter" Hungary) had demonstrated its high efficiency in the treatment of RA patients with hypertension [1].

Thus, for patients with rheumatoid arthritis in combination with hypertension was characterized by increased content of nitric oxide and its metabolites. The level of total nitric oxide metabolites increased in proportion to the severity of the pathological process.

Remicade inhibits the formation of nitric oxide in the systemic circulation, which correlated with a decrease in inflammatory cytokines (second group). Against the background of pharmacotherapy methotrexate (third group) studied parameters increased during the study. In this case, the level of nitric oxide metabolites may be used as markers of a process activity, the severity of the disease and monitoring treatment.

Key words: rheumatoid arthritis, hypertension, phagocytic cells, nitrogen oxides

Рекомендує до друку

К. С. Волков

Надійшла 06.05.2016

УДК [612.8+613.8]

Т. О. ТРЕТЯК, О. В. СЕВЕРИНОВСЬКА

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
пр-т. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ, 49010

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ ПРОФІЛЬ СТУДЕНТІВ ПЕРШОГО КУРСУ У ПРОЦЕСІ АДАПТАЦІЇ ДО ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У контексті завдань навчання у ЗВО адаптація першокурсників вбачається у здатності сприйняти вимоги і норми організації освітнього процесу, а також здатності розвиватися в новому для себе середовищі, реалізовувати свої здібності та потреби, не вступаючи з цим середовищем в суперечності. Від того, як довго відбувається процес адаптації, залежать негайні і перспективні успіхи студентів. Встановлено, що для студентів-першокурсників характерний помірний та високий рівень тривожності (найбільше виражений у екстра- та інтровертів і найменше – у амбівертів) та низька стресостійкість (особливо, у інтровертів), що заважає успішному оволодінню знаннями. Серед студенток домінують амбіверти з слабо вираженим або відсутнім астеничним станом, які характеризуються широким діапазоном пристосувальних можливостей. Більшість з них має сильний тип нервової системи, що відповідає сангвінічно-холеричному темпераменту і обумовлює високу працездатність та витривалість при навчанні. У 70% студентів-першокурсників встановлено високий рівень наочно-образного та предметно-дійового типу мислення, а у 88% студентів середній та високий рівень вербально-логічного типу мислення, яке здійснюється за допомогою логічних операцій. 85% досліджених студентів мають практичний тип мислення (практики), 15% – володіють абстрактним мисленням (логіка), у 65% студентів достатньо розвинута інтуїція (інтуїтивісти), 35% – сенсорики. Встановлені достовірні негативні кореляційні зв'язки між інтроверсією та предметно-дійовим типом мислення і позитивні – між інтроверсією та інтуїтивним мисленням. Менш тривожні студенти-біологи мають позитивну кореляцію між інтроверсією та абстрактно-символічним типом мислення. У екстравертів з помірним рівнем тривоги відмічені вірогідні кореляції між екстраверсією та наочно-образним, словесно-логічним, абстрактно-символічним і креативним типами мислення. У амбівертів з помірною тривожністю існує достовірні

кореляція між амбіверсією та майже всіма типами мислення, окрім предметно-дійового. У високо тривожних амбівертів суттєвий кореляційний зв'язок між амбіверсією та наочно-образним, абстрактно-символічним та креативним мисленням. Виконання завдань на більшість типів мислення супроводжувалось тенденцією до збільшення насичення гемоглобіном артеріальної крові. У студентів з високим рівнем ситуативної тривожності всі види мислення супроводжувались вірогідним збільшенням ЧСС, у студентів з помірним рівнем прояву тривоги ЧСС зменшувалась при інтуїтивному та наочно-образному мисленні і збільшувалась при словесно-логічному.

Отже першочергове завдання педагогів вищої школи – допомогти студентам у швидкій адаптації до умов навчання у ВУЗі з урахуванням індивідуально-типологічних особливостей та мотивувати до оволодіння засобами мислення і діяльності.

Ключові слова: студенти, перший курс, навчання, тривожність, мислення, темперамент, індивідуально-типологічні особливості

Вступ. Інтенсифікація освітнього процесу обумовлює необхідність швидкої адаптації студентів до вимог навчально-виховного процесу. Проте, початок навчання є специфічним за напруженістю. Тому особлива увага приділяється особистості та індивідуальності студента-початківця, процесу його адаптації до нового освітнього середовища [28]. Традиційно адаптація студентів першого курсу розглядається як сукупність трьох чинників, що відображають основні напрямки діяльності студентів: адаптація до умов навчальної діяльності (форм викладання, контролю і засвоєння знань, режиму праці та відпочинку, способу життя тощо); адаптація до соціального середовища (колектив однокурсників, правила поведінки, традицій); адаптація до майбутньої професії (засвоєння професійних знань, умінь і навичок, якостей) [29].

Адаптація студентів є актуальною проблемою, якій присвячено значну кількість наукових робіт. Зокрема, фізіологічні та психологічні можливості адаптації студентів-першокурсників були висвітлені у роботах [15], соціально-психологічні фактори адаптації студентів вивчені у роботах [4]. Встановлено роль індивідуального стилю пізнання, типу функціональної центральної та автономної регуляції, визначено особливості психологічної адаптації [6]. Показано, що затримка процесу адаптації призводить до незадоволеності навчанням та порушення мислення, уваги, пам'яті, сприйняття: чим більше порушень, тим більше вони посилюють процес дезадаптації, впливаючи на здоров'я [27].

Студенти-початківці різні за віком, рівнем розвитку, досвідом, індивідуальними особливостями і керувати процесом формування майбутніх спеціалістів без знання цих особливостей неможливо. Вплив навчання та виховання опосередковується внутрішніми чинниками, наприклад, властивостями нервової системи. Було б неправильно вважати, що з віком внутрішні умови розвитку особистості стають більш сприятливими. У студентському віці розумова активність має вибіркового характеру і більш тісно пов'язана зі змістовими професійними спрямуваннями особистості [10].

Метою роботи було виявлення психофізіологічних якостей студентів-першокурсників, які вступили на навчання на факультет біології, екології та медицини, щоб оптимізувати процес їх адаптації до навчання у вузі та для корегування програм ефективного навчання молодих фахівців.

Матеріал і методи досліджень

Дослідженням охоплено 94 студентки 1 курсу віком від 18 до 20 років факультету біології, екології та медицини Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, які вступили на навчання на денне відділення за напрямом «Біологія». Попередньо всі дали добровільну згоду на участь у дослідженні. Дослідження проводили на початку семестру після місячної адаптації студентів-першокурсників до навчання. На момент дослідження особи не пред'являли скарг на здоров'я, наявність головного болю, фізичну стомленість, сонливість. Дослідження проводились у тихому, добре провітрюваному затемненому приміщенні з постійною температурою +20 – +22 С у ранкові години, що дозволило виключити вплив добових коливань вегетативного судинного ритму на результати дослідження. Експерименти

проводили у два етапи: на першому визначали психофізіологічні та когнітивні особливості студентів за тестовими методами, на другому – визначали рівень сатурації та частоту серцевих скорочень при інтуїтивному, образному та логічному мисленні.

Особистісну та ситуативну тривожність визначали за тестом Спілбергера-Ханіна [1], індекс астенії – за шкалою астенічного стану [18], стресостійкість – за методикою [19]. Соціальну екстра-інтроверсію визначали за опитувальником К. Юнга [26], тип функціональної асиметрії – за методиками: поза Наполеона, схрещення пальців рук, провідне око. Формулу темпераменту – за А.Беловим [2]. За тестами-малюнками встановлювали домінування сенсорного або інтуїтивного мислення. За методикою Г.Резапкіної [16] встановлювали домінування типу мислення та співвідношення різних типів мислення (предметно-дійове, абстрактно-символічне, словесно-логічне, наочно-образне, креативність). Вербально-логічне мислення оцінювали за методикою «Виключення понять» [17].

Дослідження ступеню насичення киснем гемоглобіну артеріальної крові (сатурації) та частоти пульсу проводили клінічним неінвазивним методом за допомогою пальцевого пульсоксиметра серії ХУ300 (згідно інструкції до приладу) до розумового навантаження та під час уявних операцій.

Сатурація – насичення киснем – відношення кількості зв'язаного з киснем гемоглобіну (HbO_2) до загальної кількості гемоглобіну (Hb) в крові. Принцип дії приладу заснований на тому, що присутній у крові оксигемоглобін і дезоксигемоглобін мають різне поглинання світла в червоній та інфрачервоній області спектру. Оксигемоглобін переважно поглинає світло в інфрачервоній області спектру ($\lambda = 940$ нм), а дезоксигемоглобін – у червоній ($\lambda = 680$ нм). Автоматично за аналізом поглинання випромінювання з червоною та з інфрачервоною довжиною хвиль підраховуються значення сатурації.

Значення частоти пульсу, які отримуються у результаті аналізу пульсової хвилі, що характеризує частоту серцевих скорочень у часі виводяться на екран приладу. Діапазон вимірів 70-99%. Точність $\pm 2\%$.

У другій серії експериментів досліджували інтуїтивний, вербально-логічний та наглядно-образний типи мислення. Випробувані у вільному режимі виконували тестові завдання за кожним типом мислення упродовж 5 хвилин. Після кожного тесту робили перерву на 15 хвилин. Фіксувалося самопочуття студентів. Для дослідження інтуїтивного мислення були запропоновані фотографії рослин, тварин, грибів та м'язів і кісток людини і підписи до них на латинській мові. Студентам необхідно було з трьох відповідей вибрати вірну. Відмітимо, що всі об'єкти було обрано із програмного матеріалу, який студенти вивчали раніше. Якщо студент знав правильну відповідь, то завдання пропускали.

Для дослідження наочно-образного мислення студентам запропоновані задачі із збірника тестів на розвиток образного мислення [20].

Вербально-логічне мислення вивчали за тестом [7]. Цей тест спрямований на визначення здібності до логічного мислення і досліджуваному необхідно визначити формальну правильність того, або іншого логічного умовиводу на основі визначеного твердження (або ряду тверджень). Тест не потребує математичних знань. Всі слова потрібно тлумачити так, як це робиться у повсякденному житті. Реальна дійсність не відіграє ніякої ролі (це дещо ускладнює завдання, бор зміст деяких тверджень абсурдний, але тест логічний).

Після кожного тесту визначався коефіцієнт успішності виконання завдання у відсотках.

Статистична обробка даних проводилась за допомогою пакета прикладних програм «SPSS17», рівень взаємозв'язку визначали за критерієм χ^2 Пірсона, порівняння двох незалежних вибірок – за непараметричним U-критерієм Манна-Уїтні, залежність між двома змінними за коефіцієнтом кореляції Спірмена і вважали статистично значущими при рівні значущості $P < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що пускова роль у мобілізації адаптації належить психологічним механізмам [13]. Встановлено [11], що ключовим чинником, який визначає адаптаційний статус організму, є стиль саморегуляції психофізіологічного функціонального стану. Індивідуальний стиль визначають шляхом співставлення рівня екстра-інтроверсії – типологічних особливостей, що

МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

забезпечують поведінкову, емоційну варіативність і вегетативний статус, відповідальний за енергетичне забезпечення психічної діяльності [8].

Серед досліджених студентів-першокурсників 24% інтроверти (табл. 1) – особи для яких характерна фіксація інтересів особистості на явищах власного суб'єктивного світу, що мають найвищу цінність для них.

Таблиця 1

Визначення типу характеру за К. Юнгом

Показник	Сутність показника	Кількість балів	Кількість студентів	%
інтроверт	соціальна пасивність, спрямованість у внутрішній світ	0-35	22	23
амбіверт	риси характеру інтроверта і екстраверта проявляються в рівній мірі	35-65	49	52
екстраверт	спрямованість у зовнішній світ	66-100	23	25

Вони схильні до самоаналізу, замкнені, часто соціально пасивні. Тому соціальна адаптація інтровертів проходить з ускладненнями [27]. 25% – екстраверти – студенти, які орієнтовані на зовнішні об'єкти, через що особистісна значущість явищ суб'єктивного світу у них часто знижена. Для екстравертів характерні імпульсивність, гнучкість поведінки, ініціативність, товариськість, соціальна адаптованість. Вони прагнуть до нових вражень, поступливі, добре справляються з роботою, що вимагає швидкого прийняття рішень. Екстраверти, як правило, ґрунтуються на зовнішню оцінку й добре навчаються. Згідно з даними Маркіної Л.Д. та співавт. [12] найбільшу кількість відмінних та хороших оцінок мають екстраверти, що підтверджується їх прагненням до лідерства, впевненістю в собі, хорошою пристосувальністю.

Амбіверти, які є більшою частиною досліджуваної групи, достатньо гнучкі особистості і можуть добре пристосовуватися до обставин. Серед них є такі, які мають якості інтроверта, чи екстраверта, але у значній кількості амбівертів ці типологічні якості проявляються у рівній мірі.

Отже, врахування індивідуальних особливостей студентів дозволяє прогнозувати результати їх навчальної діяльності в стресових ситуаціях та не допустити зривів адаптаційних механізмів.

Найбільшою проблемою, з якою стикаються як студенти-першокурсники, так і викладачі, є тривожність. Тому вимірювання тривоги як особистісної якості є особливо важливим аспектом дослідження. Для порівняння прояву особистісної та ситуативної тривоги у студентів з різними типологічними особливостями застосовували критерій хі-квадрат. Результати, наведені у табл. 2, 3 свідчать про вірогідний зв'язок між типологічними особливостями й рівнем особистісної та ситуативної тривоги, причому, якщо для екстра- та інтро- вертів характерний помірний та високий рівень тривожності, то у більшості амбівертів рівень тривоги помірний.

Таблиця 2

Зв'язок між екстра-інтроверсією та рівнем особистісної тривоги

Тип особистості	Рівень особистісної тривоги		Сума
	помірний	високий	
інтроверти	10	12	22
амбіверти	39	38	49
екстраверти	10	13	23
Всього			94

Число ступенів свободи дорівнює 2

Значення критерію χ^2 становить 12.418

Критичне значення χ^2 при $P < 0.01$ становить 9.21

Зв'язок між факторним і результативними ознаками вірогідний при $P < 0,01$

Зв'язок між екстра-інтроверсією та рівнем ситуативної тривоги

Тип особистості	Рівень ситуативної тривоги		Сума
	помірний	високий	
інтроверти	10	12	22
амбіверти	35	14	49
екстраверти	10	13	23
Всього			94

Число ступенів свободи дорівнює 2

Значення критерію χ^2 становить 7.054

Критичне значення χ^2 при $P < 0.05$ становить 5.991

Зв'язок між факторним і результативними ознаками вірогідний при $P < 0,05$

Згідно з Ю.Л. Ханіним [21] для кожного індивіда може бути визначений оптимальний рівень ситуативної тривожності (зона оптимального функціонування), при якому ефективність діяльності є найбільшою і високі рівні цього показника можуть свідчити про активацію ЦНС, то високий рівень особистісної тривожності, особливо у інтровертів є суб'єктивним проявом неблагополуччя. Високотривожні студенти схильні сприймати загрозу самооцінці та життєдіяльності у широкому діапазоні ситуацій й реагувати напружено. Постійне відчуття страху перед невідомим призводить до емоційного стресу. Тривожність також впливає на взаємовідносини студентів, поведінку і навчання. Зазначимо, що проблема тривожності, яка пов'язана з освітньою діяльністю багатогранна та складна, хоча і досліджується багатьма педагогами і психологами [23], але й досі залишається недостатньо розкритою. Дослідники виділяють значимість впливу стресостійкості на навчальну діяльність [24]. В результаті тестування на стійкість до стресу встановлено, що 12% студенток мали високий рівень стресостійкості, середній ступінь вираженості цієї якості у 40% осіб і у решти біологів (48%) – низький (табл. 4). Враховуючи малу вибірку з високим рівнем стресостійкості, не можемо провести порівняльний аналіз даних, але зазначимо, що амбіверти мали середній та високий рівень стресостійкості, інтроверти характеризувались найнижчими показниками стійкості до стресу.

Таблиця 4

Визначення рівня стресостійкості

Рівні стресостійкості	Характеристика стійкості до стресу	Кількість балів	Частка студентів, %
Дуже низький	ймовірна нестійкість в умовах стресу	52-54	5
Низький		50-51	23
Нижче середнього		46-49	10
Трохи нижче середнього		42-45	10
Середній	здатність до подолання стресу, активні та успішні дії	38-41	30
Трохи вищий середнього		34-37	5
Вище середнього		30-33	5
Високий	стресова стійкість, сміливість, рішучість, схильність до ризику	26-29	12

Стресостійкість – це складна інтегральна властивість особистості до змінених умов звичного середовища життєдіяльності людини, яка представлена комплексом інтелектуальних, когнітивних, емоційних і особистісних якостей, що забезпечують індивідові можливість переносити значні розумові, фізичні, вольові та емоційні навантаження, зберігаючи ефективність функціонування у стресогенній ситуації [3]. Адекватна оцінка ситуації та власних ресурсів визначає інтенсивність реакцій, спрямованих особистістю на зміну компонентів стресової ситуації, зміну когнітивної репрезентації, ставлення, мотиваційної, вольової орієнтації та поведінки, які здійснюються через провідну когнітивно-феноменологічну функцію та функції її окремих структурних компонентів, що зумовлюють рівень

стресостійкості під час і після травматичних подій. Актуалізує розгляд стійкості студентів до стресу поява дисгармонійних і деформуєчих компонентів, що негативно впливають на якість життя студента і становлення його як професіонала. Основними напрямками формування стресостійкості є збереження спокійного психологічного стану і зміцнення власного психічного здоров'я студентів [25]. Однак зазначимо, що проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми. Подальшого вивчення потребує розробка відповідних заходів, їх пристосування до умов навчальної діяльності у ВНЗ.

Нині спростовано попереднє положення про те, що існує безумовний зв'язок між провідною рукою і ведучою мовною півкулею, оскільки ряд методів (наприклад, хімічна інактивація однієї півкулі) показав, що і у лівшів, як і у правшів, функції мовлення часто забезпечуються лівою півкулею мозку. Можна вважати встановленим, що домінантність півкулі у здійсненні психічних функцій має не глобальний, а парціальний характер. В різних системах характер функціональної асиметрії може бути неоднаковий. Як відомо, виділяють моторні, сенсорні і «психічні» асиметрії, причому кожна з них поділяється на безліч видів [5].

Аналізуючи співвідношення трьох видів асиметрій «рука-палець-провідне око» встановили, що у студентів-першокурсників можна виділити наступні профілі ППП, ПЛП, ПЛЛ, ППЛ, що характеризують різні варіанти прояву праворукості, а також ЛЛЛ, ЛЛП, ЛПЛ, ЛПП, що характеризують ліворукість. Найбільш поширеними типами серед студентів-першокурсників виявилися: ППП, ПЛП, ППЛ, що характеризує «правшість» і менш поширеними ЛЛЛ, ЛЛП, що характеризує «лівшість». У вибірці не виявили ліворуких осіб з типом ЛПП, ЛПЛ. Отже, всіх студентів за розвитком можливих типів прояву асиметрії ми змогли поділити на 4 групи : чисті «правші», праворукі, ліворукі, «лівші». «Правші» ППП склали 64% від всіх досліджуваних, праворукі ПЛП – 10%, ППЛ – 9 %, ПЛЛ – 12%; ліворукі ЛЛП становили 2%, а «чисті лівші» – 3%. Враховуючи малочисельну кількість студентів лівшів, ми не можемо провести порівняльний кореляційний аналіз даних, але зазначимо, що виходячи з вище викладеного і особистих даних ми більш схильні до тієї точки зору згідно якої уявлення про правшів (з ведучою правою рукою) як про однорідну групу населення неправомірно. Існують «чисті» правші (з провідною правою рукою, пальцем і оком) і праворукі (у яких при провідній правій руці провідними пальцем і/або оком є ліві). Складними і неоднорідними представлені також групи лівшів (з провідною лівою рукою) [22]. Для педагога важливо викладати матеріал і організувати освітній процес так, щоб задіювати обидві півкулі головного мозку, супроводжуючи лекції наочним матеріалом. У більшості першокурсників домінантність певного типу темпераменту не встановлена, але яскраво виражений холеричний темперамент у 6%, флегматичний – у 3% осіб. Визначений холеричний темперамент у 24%, сангвінічний – у 26%, флегматичний – у 12% і меланхолічний – у 3% студенток факультету. Четверть першокурсниць мають прояв різних типів темпераменту. Отже, більшість студентів дослідженої групи має сильний тип нервової системи, що відповідає сангвінічно-холеричному темпераменту і обумовлює високу працездатність та витривалість при навчанні.

Залежність успішності навчання студентів від типу темпераменту, як внутрішньої передумови вивчала Завадська Л.Н., як встановила, що прямої залежності між успішністю та типом темпераменту не існує, але на першому курсі прослідковується тенденція щодо найбільшої кількості відмінних оцінок вже на початку навчання у представників сангвінічного темпераменту, задовільних оцінок – у меланхоліків. Отже, при оцінці та характеристиці індивідуальних особливостей слід враховувати, що основні властивості нервової системи – це стабільні ознаки, які якісно не змінюються упродовж життя, але змінюються кількісно. Від темпераменту залежить, яким чином людина реалізує свої дії, але від цього не залежить їх змістова сторона. Темперамент проявляється у особливостях протікання як психічних процесів, так і фізіологічних міжкульових відносин і впливає на швидкість відтворення і міцність запам'ятовування інформації, швидкість мисленевих операцій, стійкість та лабільність уваги [14].

Встановлено, що у більшості студентів астенія відсутня, 26% осіб мають слабо виражену і найменша частка досліджених – помірну астенію (табл. 5). Тобто у студентів не виявлено підвищеної втоми та виснаженості.

Визначення індексу астенії

Показник	Кількість балів	Кількість студентів,%
Астенія відсутня	30-50	74,5
Слабо виражена астенія	51-75	27,7
Помірна астенія	76-100	4,3
Виражена астенія	101-120	-

Правильний педагогічний підхід до студентів з різним темпераментом дозволяє останнім досягати високих результатів у навчанні і професійній діяльності. Завдяки тренуванню волі та формуванню характеру, а також знанням і вмінням правильно вибрати стратегію відносин між студентами та студентами й викладачами можна успішно реалізуватись як фахівець. Але це вимагає усвідомлення і напруженої роботи над собою з перших курсів навчання у ВУЗі, а потім продовження самоосвіти та самовиховання. На нашу думку, швидкій адаптації студентів-біологів сприяє ефективна робота куратора академічної групи та тісна співпраця з психологічною службою, яка спрямована як на групову, так і на особистісну адаптацію студентів, залучення їх до творчої науково-практичної роботи; проведення діяльнісно-рольових ігор з урахуванням психотипів студентів; розробка детальних рекомендацій викладачами навчальних дисциплін щодо роботи зі студентами тих чи інших психологічних типів; окреслення основних шляхів налагодження партнерських взаємин та спілкування студентів різних академічних груп; активізація прагнень студентів до самоосвіти і формування навичок самоконтролю за допомогою проведення додаткових занять і консультацій.

Базовим психологічним ресурсом, який лежить в основі високої продуктивності навчальної діяльності, безумовно, є інтелектуальний потенціал особистості. Для вивчення когнітивних здібностей студентів-першокурсників за тестовими методами дослідили деякі види мислення: предметно-дійове, наочно-образне, вербально-логічне, абстрактно-символічне та креативне (табл. 6).

Таблиця 6

Рівень розвитку типу мислення у студентів з різним рівнем ситуативної тривоги

Тип мислення	Рівень ситуативної тривоги, бали			
	помірний		високий	
	М сер	σ	М сер	σ
Предметно-дійове	6,31	1,4	4,2	1,11
Наочно-образне	6,6	1,42	5,9	1,09
Словесно-логічне	5,2	1,21	4,7	1,16
Абстрактно-символічне	5,24	1,32	3,45	1,1
Креативне	6,1	1,33	5,54	1,22
Інтуїтивне	4,1	1,2	1,84	0,6

Встановлено, що близько 70% студентів факультету мають високий рівень наочно-образного та предметно-дійового типу мислення. Відмітимо, що предметно-дійове мислення пов'язане із практичними діями і предметами, наочно-образне – спирається на сприйняття чи уявлення. Саме ці типи мислення є домінуючим у студентів-першокурсників, що виражається у легкому сприйнятті інформації, яка подається у вигляді презентацій, або добре ілюстрована таблицями. Такий тип викладання матеріалу майже за всіма дисциплінами дозволяє активізувати обидві півкулі мозку у студентів та запам'ятати більшу кількість матеріалу, а закріплення теоретичного матеріалу на практичних та лабораторних заняттях дозволяє триваліше його утримувати у пам'яті. У 88% студентів середній та високий рівень вербально-логічного типу мислення, яке здійснюється за допомогою логічних операцій з поняттями. Студенти можуть сформулювати свої думки та донести до інших. Цей тип мислення необхідний для описання та узагальнення результатів практичної, лабораторної та наукової роботи.

Абстрактно-символічне мислення, яке здійснюється за допомогою математичних формул й операцій розвинуте у біологів меншою мірою, ніж попередні, саме цим пояснюється нижча успішність біологів за точними дисциплінами, такими як математика та фізика. Найбільш цікавими є контингент студентів (21%) з високим рівнем розвитку цього типу мислення. Вони вміють правильно задати питання, можуть висувати гіпотези і наближатись до відкриття. У подальшому вони можуть стати висококваліфікованими професіоналами та науковцями.

Для аналізу зв'язки змогли поділити на 4 групи змінних (типів мислення та типологічних особливостей) був використаний метод рангової кореляції Спірмена і розраховані кореляції у двох групах студентів з різним рівнем ситуативної тривоги (табл. 7).

Таблиця 7

Результати кореляційного аналізу між типом мислення та типологічними особливостями студентів з різним рівнем ситуативної тривоги

Типологічні особливості особистості	Типи мислення					
	Предметно-дійове	Наочно-образне	Словесно-логічне	Абстрактно-символічне	Креативне	Інтуїтивне
помірний рівень ситуативної тривоги						
інтроверти	-0,45	0,3	-0,34	0,51	-0,6	0,87
амбіверти	0,32	0,55	0,76	0,54	0,68	0,51
екстраверти	0,2	0,8	0,64	0,55	0,5	-0,1
високий рівень ситуативної тривоги						
Типологічні особливості особистості	Предметно-дійове	Наочно-образне	Словесно-логічне	Абстрактно-символічне	Креативне	Інтуїтивне
інтроверти	-0,54	0,1	-0,28	0,26	-0,2	0,62
амбіверти	0,26	0,5	0,4	0,49	0,6	0,23
екстраверти	0,13	0,34	0,3	0,2	0,28	-0,08
Жирним шрифтом позначена статистично вірогідна залежність між ознаками (P < 0,05)						

У студентів обох груп, належно від стану тривожності, встановлені достовірні негативні кореляційні зв'язки між інтроверсією та предметно-дійовим типом мислення і позитивні – між інтроверсією та інтуїтивним мисленням. У типових інтровертів менше розвинутий предметно-дійовий тип мислення, а більше розвинута інтуїція. Менш тривожні студенти-біологи мають позитивну кореляцію між інтроверсією та абстрактно-символічним типом мислення.

У екстравертів з високим рівнем ситуативної тривожності вірогідні кореляційні зв'язки з типами мислення відсутні, а у студентів з помірним рівнем тривоги прослідковуються вірогідні кореляції між екстраверсією та наочно-образним, словесно-логічним, абстрактно-символічним і креативним типами мислення. До того ж, чим більше проявляється екстраверсія, тим кращі результати демонструють студенти за вище зазначеними типами когнітивної діяльності. У амбівертів з помірною тривожністю існує достовірна кореляція між проявом цієї типологічної ознаки та майже всіма типами мислення, окрім предметно-дійового. У високо тривожних амбівертів суттєвий кореляційний зв'язок між амбіверсією та наочно-образним, абстрактно-символічним та креативним мисленням. Зазначимо, що більш високі результати показали менш тривожні студенти. Вирішення проблеми тривожності відноситься до гострих і актуальних завдань педагогіки та психології. Вивчення, а також своєчасна діагностика та корекція рівня тривожності у студентів допоможе уникнути низки труднощів, зазначених вище. Також на ефективність формування творчої самостійності особистості впливає: створення атмосфери творчості і співробітництва, підтримка і спонукання до висування і реалізації ініціатив, застосування особистісно-орієнтованого підходу до творчої роботи, диференціація методів і засобів навчання в залежності від етапу засвоєння знань. Формування творчого ставлення до професійних знань у майбутніх фахівців – це планомірний процес впливу на особистість студента. Формування творчої особистості слід розглядати в єдності трьох сторін: навчання, розвитку і виховання. Розпочинається творча діяльність, перш за все, з творчого ставлення до знань. Нині, як відзначала О.І. Кульчицька, креативність розуміють як здібність, яка

виявляється у здатності створювати незвичні і нестандартні ідеї, відходити у мисленні від традиційних схем, швидко вирішувати проблеми і ситуації. Креативність охоплює певну сукупність мисленевих процесів і якостей особистості [9]. Саме ця позиція є головною, тому що ми розглядаємо «креативність» як особистісну здатність студентів. Більшість психологів, які вивчають феномен креативності, визначають її, як проявлену при сприятливих соціальних умовах властивість особистості, притаманну кожній людині і яка потребує всебічного розвитку і розкриття. Тому перспективним є те, що більшість студентів факультету мають середній та високий ступінь креативного мислення і потрібна фахова підтримка розвитку цієї якості в процесі навчання.

Зрозуміти, як людина абсорбує інформацію із довкілля та як оперує нею можна за тестами-малюнками. Результати цих досліджень свідчать, що: 85% студенток мають практичний тип мислення (практики), 15% – володіють абстрактним мисленням (логіки), у 65% осіб достатньо сильно розвинута інтуїція (інтуїтивісти), 35% – сенсорики. Відмітимо, що інтуїція – це можливість свідомості швидко, раптово перейти від стандартних форм знань до нових, які базуються на попередній практиці та індивідуальному досвіді науковця. Стосовно інтуїтивного мислення біологів, то його можна розглядати як прояв творчості в ситуації лабораторних досліджень. Накопичені знання про впливи на інтуїтивний процес певних факторів дозволяють використовувати спеціальні методи його стимулювання, і як наслідок – сприяти розширенню пізнавальних можливостей та актуалізації внутрішніх ресурсів психіки молодого спеціаліста.

Для забезпечення високої активності та працездатності мозку при когнітивній діяльності необхідне достатнє насичення крові киснем. Тому наступний етап дослідження – визначення сатурації та частоти серцевих скорочень при розумовій активності (табл. 8, 9). Для статистичної обробки даних використали непараметричний U-критерій Манна-Уїтні.

Таблиця 8

Сатурація при розумовій діяльності у студентів з різними рівнем ситуативної тривожності

Рівень ситуативної тривожності	Ступінь насичення кислородом гемоглобіну артеріальної крові, %			
	контроль (перед розумовим навантаженням)	інтуїтивне мислення	наочно-образне мислення	словесно-логічне мислення
високий	93,17±0,86	94,47±0,82	92,18±2,34	95,67±0,83
помірний	94,00±1,17	94,99±0,66	95,02±0,91	96,22±0,77*
* відмінності результатів експериментальної групи в порівнянні з контролем вірогідні (P <0.05)				

Таблиця 9

ЧСС при розумовій діяльності у студентів з різним рівнем ситуативної тривожності

Рівень ситуативної тривожності	ЧСС, уд. хв.			
	контроль	інтуїтивне мислення	наочно-образне мислення	словесно-логічне мислення
високий	82,37 ±3,42	89,92±3,01*	88,71±3,57 *	90,54± 3,22 *
помірний	90,31±4,81	86,14±2,0*	84,06±4,33 *	94,39± 4,03*
* відмінності результатів експериментальної групи з контролем вірогідні (P <0.05)				

Виконання завдань на більшість типів мислення супроводжувалось тенденцією до збільшення вмісту гемоглобіну у артеріальної крові. Більш різноспрямовані реакції при розумовій активності спостерігали з боку серцево-судинної системи: у студентів з високим рівнем ситуативної тривожності всі види мислення супроводжувались вірогідним збільшенням ЧСС, у студентів з помірним рівнем прояву тривоги ЧСС зменшувалась при інтуїтивному та наочно-образному мисленні і збільшувалась при словесно-логічному. Звідси витікає, що

найбільший прояв наочно-образного та інтуїтивного мислення супроводжується більш спокійним станом та уповільненням серцевого ритму.

Отже, актуальною і перспективною для ВНЗ є концепція формування креативної високоосвіченої особистості озброєної професійним мисленням, навичками самоосвіти, самоконтролю та самовиховання. Досягнення високих результатів у навчанні через високу когнітивну діяльність з перспективою на стабільність і надійність роботи спеціаліста в сучасних мінливих умовах професійної діяльності потребує додаткового застосування різних прийомів та методів для забезпечення, покращення та відновлення стану організму. Тому виявлення і корекція труднощів періоду звикання першокурсників до учбової діяльності у межах реалізації програми по адаптації студентів дозволить значно підвищити ефективність навчального процесу та сприятиме формуванню відповідальної особистості, здатної до професійної самореалізації. Своєчасне встановлення та комплексна профілактика змін психоемоційного й вегетативного стану когнітивної діяльності в навчально-виховному процесі та психолого-педагогічному супроводі допомагає запобігти розвитку стану напруги різного ступеню, невротичних та психосоматичних розладів.

Висновки

Серед досліджених студентів-першокурсників 24% інтроверти, 25% – екстраверти, однак, більшу частку складають амбіверти. Існує вірогідний зв'язок між типологічними особливостями й рівнем особистісної та ситуативної тривоги. При цьому для екстра- та інтровертів характерний помірний та високий рівень тривожності, а у більшості амбівертів рівень тривоги помірний. 12% студенток мали високий рівень стресостійкості, середній ступінь вираженості цієї якості у 40% осіб і у решти біологів (48%) – низький, до того ж амбіверти мали середній та високий рівень стресостійкості, інтроверти характеризувались найнижчими показниками стійкості до стресу. Рівень стресостійкості залежить від комунікативних здібностей людини. Тому у підготовці студентів до соціально-педагогічної взаємодії необхідно використовувати інтерактивні технології, методи та форми навчання, які сприяють підвищенню рівня стресостійкості та набуття знань, умінь, навичок соціально-педагогічної взаємодії.

«Правші» ППП склали 64% від всіх досліджуваних, праворукі ПЛП – 10% , ППЛ – 9% , ПЛЛ – 12%; ліворукі ЛЛП становили 2%, а «чисті лівші» – 3%.

У більшості першокурсників домінантність певного типу темпераменту не встановлена, однак яскраво виражений холеричний темперамент у 6%, флегматичний – у 3% осіб. Визначений у значній мірі холеричний темперамент у 24%, сангвінічний – у 26%, флегматичний – у 12% і меланхолічний – у 3% студенток факультету. Четверть першокурсниць мають прояв різних типів темпераменту. Отже, більшість студентів дослідженої групи має сильний тип нервової системи, що відповідає сангвінічно-холеричному темпераменту і обумовлює високу працездатність та витривалість при навчанні.

Встановили, що у більшості студентів астенія відсутня, 26% осіб мають слабо виражену і найменша частка досліджених – помірну астенію. Отже у студентів не виявлено підвищеної втоми та виснаженості. 70% студентів факультету мають високий рівень наочно-образного та предметно-дійового типу мислення. У 88% студентів середній та високий рівень вербально-логічного типу мислення, яке здійснюється за допомогою логічних операцій з поняттями. Студенти можуть сформулювати свої думки та донести до інших. 85% досліджених студентів мають практичний тип мислення (практики), 15% – володіють абстрактним мисленням (логіки), у 65% студентів достатньо сильно розвинута інтуїція (інтуїтивісти), 35% – сенсорики.

Незалежно від стану тривожності, встановлені достовірні негативні кореляційні зв'язки між інтроверсією та предметно-дійовим типом мислення і позитивні – між інтроверсією та інтуїтивним мисленням. У типових інтровертів менше розвинутий предметно-дійовий тип мислення, а більше розвинута інтуїція. Менш тривожні студенти-біологи мають позитивну кореляцію між інтроверсією та абстрактно-символічним типом мислення.

У екстравертів з високим рівнем ситуативної тривожності вірогідні кореляційні зв'язки з типами мислення відсутні, тоді як у студентів з помірним рівнем тривоги прослідковуються вірогідні кореляції між екстраверсією та наочно-образним, словесно-логічним, абстрактно-

символічним і креативним типами мислення. До того ж чим більше проявляється екстраверсія, тим кращі результати демонструють студенти за вище зазначеними типами когнітивної діяльності.

У амбівертів з помірною тривожністю існує достовірна кореляція між проявом цієї типологічної ознаки та майже всіма типами мислення, окрім предметно-дійового. У високо тривожних амбівертів суттєвий кореляційний зв'язок між амбіверсією та наочно-образним, абстрактно-символічним та креативним мисленням. Більш високі результати показали менш тривожні студенти.

Виконання завдань на більшість типів мислення супроводжувалось тенденцією до збільшення насичення гемоглобіном артеріальної крові. Більш різноспрямовані реакції при розумовій активності спостерігали з боку серцево-судинної системи: у студентів з високим рівнем ситуативної тривожності всі види мислення супроводжувались вірогідним збільшенням ЧСС, у студентів з помірним рівнем прояву тривоги ЧСС зменшувалась при інтуїтивному та наочно-образному мисленні і збільшувалась при словесно-логічному. Звідси витікає, що найбільший прояв наочно-образного та інтуїтивного мислення супроводжується більш спокійним станом та уповільненням серцевого ритму

Розвиток різних стилів мислення студентів суттєво вплине на розвиток їх професійних якостей. Недостатній рівень розвитку індивідуальних властивостей мислення та використання одного стилю мислення у студентів свідчить про необхідність створення навчальних програм розвитку, спрямованих на вдосконалення професійного мислення для якісної підготовки фахівців.

1. Батаршев А. В. Базовые психологические свойства и самоопределение личности: Практическое руководство по психологической диагностике / А. В. Батаршев. — СПб.: Речь, 2005. — С. 44 — 49.
2. Батаршев А. В. Диагностика профессионально важных качеств / А. В. Батаршев, И. Ю. Алексеева, Е. В. Майорова. — СПб.: Питер, 2007. — 186 с.
3. Білова М. Е. Психологічні особливості осіб з різним рівнем стресостійкості (на прикладі працівників стресогенних професій): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психол. наук: 19.00.01 «Загальна психологія, історія психології» / М. Е. Білова // Південноукр. держ. педаг. ун-т ім. К. Д. Ушинського. — Одеса, 2007. — 20 с.
4. Білодід В. М. Особливості освітньої соціалізації студента. Профілі майбутньої життєвої перспективи / В. М. Білодід // Наукові записки НДУ ім. М. ГОГОЛЯ. Психолого-педагогічні науки. — 2015. — № 2. — С. 14—19.
5. Брагина Н. Н. Функциональные асимметрии человека / Н. Н. Брагина, Т. А. Доброхотова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1988. — 240 с.
6. Булатецький С. В. Психологічні особливості адаптації до навчання як критерій професійного відбору / С. В. Булатецький // Матер. Другої Всеросійської науково-практичної конференції «Фізіологія адаптації» — Волгоград, 2-24 червня, 2010, С. 303—306.
7. Войнаровский М. Тест на логическое мышление [Электронный ресурс] / М. Войнаровский — Режим доступа до журн.: <http://testoteka.narod.ru/pozn/1/10-on.html>
8. Карташов Ю. И. Структурные и функциональные отношения в целостном организме и здоровье / Ю. И. Карташов // Валеология. — 2001. — № 4. — С. 18—20.
9. Кульчицька О. І. Обдарованість та психологічні технології її розвитку / О. І. Кульчицька, С. О. Сисоєва, Я. В. Цехмістер // Педагогічні технології: наука — практиці: навч.- метод. щорічник / за ред. С. О. Сисоєвої. — К.: ВПОЛ, 2002. — Вип. 1. — С. 145—192.
10. Лозинська Н. Феномен адаптації студентів у процесі переходу зі школи у вищий навчальний заклад / Н. Лозинська // Вісник Львівського університету. Серія педагогіка. — 2011, № 27. — С. 84—90.
11. Маркина Л. Д. Прогнозирование развития дезадаптационных состояний и алгоритм их эффективной коррекции / Л. Д. Маркина, В. В. Маркин // Тихоокеанский медицинский журнал. — 2008. — № 3. С. 30—36.
12. Маркина Л. Д. Сравнительная характеристика успеваемости студентов в зависимости от типа темперамента по Крейси / Л. Д. Маркина, В. В. Маркин // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». — 2008. — Т. 10, № 1. — С. 120—121.
13. Медведев В. И. Взаимодействие физиологических и психологических механизмов в процессе адаптации / В. И. Медведев // Физиология человека. — 1998 — Т. 24, № 4.— С. 7—13.
14. Мерлин В. С. Очерк теории темперамента / В. С. Мерлин — Изд. 4, Киев, 2008. — 300 с.

15. *Психологічні особливості студентського віку. На допомогу кураторам. Вип. 3* / [укладачі: Л. М. Яворовська, Р. Ф. Камишнікова, О. Є. Поліванова та ін.]. — Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. — 88 с.
16. *Резапкіна Г. В. Отбор в профильные классы* / Г. В. Резапкіна — М., Генезис, 2006. — 124 с.
17. *Римский С. Альманах психологических тестов* / Сост. С. Римский, Р. Р. Римская. — М.: КСП+, 1995. — 400 с.
18. *Рогов Е. И. Настольная книга практического психолога* / Е. И. Рогов. — Учеб. пособие: В 2 кн. - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Гума-нит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. — Кн. 1: Система работы психолога с детьми разного возраста. — 384 с.
19. *Стресс жизни: Сборник* / Составители: Л. М. Попова, И. В. Соколов. (О. Грегор. Как противостоять стрессу. Г. Селье. Стресс без болезней.) — Спб, ТОО “Лейла”, 1994. — 384 с.
20. *Филлипс Ч. Креатив и образное мышление: 50+50 задач для тренировки* / Ч. Филлипс — М.: Эксмо, 2012. — 192 с.
21. *Ханин Ю. Л. Психология общения в спорте* / Ю. Л. Ханин. — М.: ФиС, 1980. — 209 с.
22. *Хомская Е. Д. Нейропсихология* / Е. Д. Хомская. — 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.
23. *Хусаинова Р. М. Особенности ситуативной и личностной тревожности в учебной и педагогической деятельности* / Р. М. Хусаинова, О. П. Гредюшко // *Современные проблемы науки и образования*. — 2012. — № 5. — С. 156—162.
24. *Церковский А. Л. Современные взгляды на проблему стрессоустойчивости* / А. Л. Церковский // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. — 2011. — Т. 10, № 1. — С. 6—19.
25. *Циганчук Т. В. Динаміка переживання стресу студентами 1-4 курсів ВНЗ* / Т. В. Циганчук // *Збірник наукових праць інституту психології ім. Г. С. Костюка НАПНУ*. — К.: Книга, 2010. — 360 с.
26. *Юнг К. Г. Психологические типы* / К. Г. Юнг. — Минск: ООО «Попури», 1998. — 656 с.
27. *Яким Р. Вплив індивідуальних особливостей студентів спеціальності «технологічна освіта» на формування у них компонентів культури безпеки* / Р. Яким, М. Явір // *Актуальні питання гуманітарних наук*. — 2014, № 8. — С. 311—318.
28. *Clinciu A. Adaptation and Stress for the First Year University Students* / Aurel Ion Clinciu // *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. — 2013. — № 78. — P. 718—722.
29. *Liu R. The Causal Model of the Freshman Year Characteristics, Campus Experiences and Learning Outcomes for College Students* / Ruo-Lan Liu, Kai-Ting Chang // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. — 2014. — № 116. — P. 1383—1388.

Т. О. Третьяк, Е. В. Севериновская

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепропетровск

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В контексте целей обучения в вузах адаптация первокурсника означает способность отвечать требованиям и нормам учебного заведения, а также способность развиваться в новой для себя среде, реализовывать свои способности и потребности не вступая с этой средой в противоречие. От того как долго по времени происходит процесс адаптации зависят текущие и будущие успехи студентов. Установлено, что для студентов-первокурсников характерен умеренный и высокий уровень тревожности (более выраженный в экстра- и интровертов и меньше всего - у амбивертов) и низкая стрессоустойчивость (особенно у интровертов), что явно мешает успешному овладению знаниями. Среди студентов исследованной группы доминируют амбиверты со слабо выраженным или отсутствующим астеническим состоянием и которые характеризуются широким диапазоном приспособительных возможностей. Большинство из них имеет сильный тип нервной системы, отвечающей сангвиническо-холерическому типу темперамента и обуславливает высокую работоспособность и выносливость при обучении. 70% студентов-первокурсников имеют высокий уровень наглядно-образного и предметно-действенного типа мышления. В 88% студентов средний и высокий уровень вербально-логического типа мышления, которое осуществляется с помощью логических операций с понятиями. Студенты могут сформулировать свои мысли и донести до других. 85% исследованных студентов имеют практический тип мышления (практики), 15% - обладают абстрактным мышлением (логики), у 65% студентов достаточно сильно развита интуиция (интуитивисты), 35% - сенсорики. Установлены достоверные отрицательные корреляционные

связи между интроверсией и предметно-действенным типом мышления и положительные - между интроверсией и интуитивным мышлением. Менее тревожные студенты-биологи имеют положительную корреляцию между интроверсией и абстрактно-символическим типом мышления. У экстравертов с умеренным уровнем тревоги отмечены возможные корреляции между экстраверсией и наглядно-образным, словесно-логическим, абстрактно-символическим и креативным типами мышления. У амбивертов с умеренной тревожностью существует достоверная корреляция между амбиверсией и почти всеми типами мышления, кроме предметно-действенного. У высоко тревожных амбивертов существенная корреляционная связь между амбиверсией и наглядно-образным, абстрактно-символическим и креативным мышлением. Выполнение заданий на большинство типов мышления сопровождалось тенденцией к увеличению насыщения гемоглобином артериальной крови. У студентов с высоким уровнем ситуативной тревожности все виды мышления сопровождались вероятным увеличением ЧСС, у студентов с умеренным уровнем проявления тревоги ЧСС снижалась при интуитивном и наглядно-образном мышлении и увеличивалась при словесно-логическом.

Итак, первоочередная задача педагогов высшей школы - помочь студентам в быстрой адаптации к условиям обучения в вузе с учетом индивидуально-типологических особенностей и мотивировать к овладению средствами мышления и деятельности.

Ключевые слова: тревожность, мышление, темперамент, индивидуально-типологические особенности

T. O. Tretiak, O. V. Severynovska

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

PSYCHOPHYSIOLOGICAL PROFILE OF THE FIRST-YEAR STUDENTS IN THE PROCESS OF THEIR ADAPTATION TO THE ACADEMIC ENVIRONMENT

The article aims to identify the individual typological features of the first-year students of the faculty of Biology, Ecology and Medicine which help to streamline the process of students' adaptation to the study at a higher educational establishment since the length of adaptation period affects the students' academic performance. The research shows that the majority of the first-year students of the tested group have a moderate (typical of ambiverts) and a high (extraverts and introverts a like) level of anxiety and a low level of stress resistance (introverts to greater extent) which hinders educational success. Among the students of the tested group, there prevail ambiverts with an asthenic feeling absent or present in a low degree who are characterized by a wide range of adaptive abilities. The majority of students have a strong type of the nervous system which conditions their high efficiency in the course of study. The professional approach of educators to students with different individual typological features allows students to reach high levels of proficiency. 70% of the first-year students have a high level of the visual/spatial and bodily-kinesthetic intelligence types. 88% of the students under analysis have a medium and a high level of linguistic/logical intelligence type which is realized with the help of the logical operations with concepts. These students can express and convey their thoughts and feelings. 85% of the tested students have strong practical thinking skills (practical), 15% have the abstract thinking (logical), 65% of the students have a good sense of intuition (intuitive) and 35% rely on their senses.

The negative correlation between introversion and the bodily-kinesthetic intelligence type and positive correlation between introversion and intuitive intelligence have been established. Typical introverts have a well-developed type of intelligence and a highly developed intuition. Less anxious Biology students have the positive correlation between introversion and abstract-symbolic kind of intelligence.

The extroverts with a high level of situational anxiety do not display the reliable correlative relationships with the intelligence types, whereas the students with a moderate anxiety level show the reliable correlations between extraversion and the visual, verbal, logical and creative types of intelligence. Moreover, the more intensive extraversion is, the more reliable the results areas demonstrated by students in all of the types of the cognitive activity mentioned above.

The ambiverts with a moderate anxiety level have the reliable correlation between the manifestation of this typological quality and almost all types of thinking, except for the physical

(kinesthetic). The ambiverts with a high level of anxiety have significant correlative relationships between ambiversion and the visual, verbal, logical and creative types of intelligence. It should be mentioned that less anxious students scored better.

Thus, the key objective of every educator of a higher educational establishment is to assist students in the process of their adaptation to the academic environment. Achieving high academic results is possible only if the individual features of every student are considered and thus they are well motivated and encouraged.

Key words: anxiety, intelligence, temperament, individually-typological features

Рекомендує до друку

К. С. Волков

Надійшла 30.03.2016

ІСТОРИЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

**ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ КУНАХ – ВІДОМИЙ ВЧЕНИЙ-БІОЛОГ,
ГЕНЕТИК ТА БІОТЕХНОЛОГ
(до 70-річчя від дня народження)**



**ЧЛЕН-КРЕСПОНДЕНТ НАН УКРАЇНИ
КУНАХ ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ**

28 квітня 2016 р. свій подвійний ювілей – 70-річчя від дня народження і 50-річчя наукової діяльності – відзначив президент Українського товариства генетиків і селекціонерів імені М.І. Вавилова, завідувач відділу генетики клітинних популяцій Інституту молекулярної біології і генетики НАН України, визначний вчений-біолог, генетик та біотехнолог рослин, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України **Віктор Анатолійович Кунах**.

В.А. Кунах народився 28 квітня 1946 р. в селі Селець Потіївського (нині – Черняхівського) району Житомирської області. у 1969 р. здобув вищу освіту на біологічному факультеті Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка. Свій шлях науковця розпочав ще в студентські роки в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, де у 1966–1969 рр. одночасно з навчанням на стаціонарі працював старшим лаборантом і проводив перші в Україні цитогенетичні дослідження рослинних клітин у культурі *in vitro*.

З 1971 р. В.А. Кунах працює в Інституті молекулярної біології і генетики НАН України. Тут він виконав і в 1975 р. на спецраді при Київському державному університеті ім. Т. Г. Шевченка захистив першу на теренах СРСР кандидатську дисертацію з генетики культивованих клітин рослин «Цитогенетичне вивчення клітинних популяцій у культурі ізольованих тканин рослин». У 1989 р. став доктором біологічних наук, захистивши дисертацію на тему «Мінливість та добір у популяціях культивованих клітин рослин» за спеціальністю «генетика» у спеціалізованій вченій раді при Інституті цитології і генетики Сибірського відділення АН СРСР (м. Новосибірськ).

У 1983 р. в Інституті молекулярної біології і генетики АН УРСР за його ініціативи створено лабораторію генетики клітинних популяцій, на основі якої у 1989 р. сформовано відділ. У 1993 р. Кунаху В.А. було присвоєно вчене звання професора за спеціальністю «генетика», а в 1997 р. його обрано членом-кореспондентом НАН України зі спеціальності «фізіологія рослин, генетика».

В.А. Кунах є відомим вченим-біологом з багаторічним науковим досвідом. В Інституті молекулярної біології і генетики НАН України очолює відділ генетики клітинних популяцій. Досягненням ученого стало теоретичне обґрунтування й експериментальне підтвердження того, що культивовані *in vitro* клітини є новою, штучно створеною системою, яка характеризується своєрідністю ознак та особливостей і водночас підкоряється загальнобіологічним популяційним закономірностям. Кунахом В.А. встановлено існування паралелізму між змінами *in vitro* та природною мінливістю рослин. Це дає змогу, дослідивши характер змін у модельній системі культивованих клітин, прогнозувати аналогічні зміни у природних умовах. Значну частину праць Кунаха В.А. присвячено дослідженню популяційно-генетичних параметрів у культурі *in vitro* рослин, установленню чинників і пошуку шляхів регуляції мінливості та добору в клітинних популяціях, і створенню на цій основі високопродуктивних клітинних штамів – продуцентів біологічно активних речовин.

В останні роки наукові інтереси В.А. Кунаха сконцентровано на проблемах молекулярної екогенетики рослин, зокрема на вивченні молекулярно-генетичного поліморфізму природних популяцій рослин, що зростають в екстремальних умовах довкілля. Значна увага при цьому приділяється дослідженню пластичності геному у процесах адаптації до змінних умов навколишнього середовища. Разом із співробітниками очолюваного ним відділу проводить активну науково-дослідну роботу у рамках Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2020 рр. Напрями робіт, керівником яких є професор В. Кунах проводяться у рамках міжнародного співробітництва з Польською академією наук, а також у співробітництві з провідними вченими у цій галузі із США, Великої Британії, Росії, Німеччини тощо.

В.А. Кунах – автор понад 550 наукових праць у галузі генетики, клітинної біології, екології та фізіології рослин. Зокрема, він є співавтором підручника для вищих навчальних закладів «Біотехнологія рослин», автором шести монографій, восьми розділів в англомовних монографіях з біології і біотехнології рослин, 43 авторських свідоцтв та патентів.

Віктор Анатолійович поєднує наукову роботу з педагогічною діяльністю. Він у 1994–2014 рр. читав курси лекцій з клітинної селекції, клітинної та молекулярної біології,

біотехнології, генетики у Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка, а також у Міжнародному Соломоновому університеті, Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, Уманському національному університеті садівництва, Східноєвропейському університеті ім. Лесі Українки, Національному університеті «Києво-Могилянська академія» та ін. Підготував 4 доктори наук та 20 кандидатів біологічних наук.

В.А. Кунах – заступник голови спеціалізованої вченої ради із захисту докторських дисертацій при Інституті молекулярної біології і генетики НАН України, був членом кількох спеціалізованих учених рад із захисту докторських дисертацій при інших наукових закладах, у 1995–2010 рр. був членом експертної ради ВАК України.

Учений є головним редактором журналу «Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів» та збірника наукових праць «Фактори експериментальної еволюції організмів», заступником головного редактора збірника наукових праць «Автохтонні та інтродуковані рослини», членом редколегії журналів «Proceeding of the Latvian Academy of Sciences. Section B», «Biopolymers and Cell», «Цитология и генетика» («Cytology and Genetics»), «Biotechnologia Acta» та ін.

Віктор Анатолійович – президент Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова; з 2003 р. під його головуванням систематично проводяться щорічні міжнародні конференції «Фактори експериментальної еволюції організмів».

Підтвердженням вагомості результатів наукової діяльності вченого є численні відзнаки: В.А. Кунах – лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2005 р.), лауреат премії ім. В.Я. Юр'єва (2002 р.), премії ім. М.Г. Холодного (2007 р.) та премії ім. С.М. Гершензона НАН України (2015), відмінник освіти України (2004 р.), винахідник року (2008 р.); нагороджений двома медалями СРСР (1983, 1986 рр.), срібною і двома бронзовими медалями ВДНГ СРСР (1986, 1987, 1988 рр.), почесними грамотами Міносвіти, ВАК України, Президії НАН України, Київського міського голови тощо.

Шановний Вікторе Анатолійовичу, сердечно зичимо Вам, щоб доля й надалі була прихильною до Вас, даруючи незрадливу удачу, натхнення, вірних і надійних друзів, втілення усього задуманого та якомога більше світлих і щасливих днів, зігрітих щирістю почуттів. Хай примножиться творене Вами добро, а Ваші наукові ідеї знаходять реалії втілення. Хай Ваша кипуча енергія та глибокі знання ще довго по вінця наповнюють душі та серця Ваших колег, рідних та близьких людей. Щастя Вам на Вашій життєвій ниві!

Н.М. Дробик, М.З. Мосула

Н. М. Дробик, М. З. Мосула

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВИКТОР АНАТОЛЬЕВИЧ КУНАХ – ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ-БИОЛОГ, ГЕНЕТИК И БИОТЕХНОЛОГ (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Статья посвящена характеристике научной, педагогической и общественной деятельности выдающегося ученого-биолога, генетика и биотехнолога растений, доктора биологических наук, профессора, члена-корреспондента НАН Украины Кунаха Виктора Анатольевича. Ученый прошел научный путь от старшего лаборанта в Институте ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины до заведующего отделом генетики клеточных популяций в Институте молекулярной биологии и генетики НАН Украины. Направлением его научных исследований является изучение особенностей изменчивости генома растений в природе и в клеточных популяциях *in vitro* как основы адаптации к изменчивым условиям существования. В.А. Кунах – автор и соавтор более 550 научных работ в области генетики, клеточной биологии, экологии и физиологии растений; подготовил 4 доктора биологических наук и 20 кандидатов биологических наук. Виктор Анатольевич является главным редактором журнала «Вестник Украинского общества генетиков и селекционеров» и сборника научных трудов «Факторы экспериментальной эволюции организмов», заместителем главного редактора сборника научных трудов «Автохтонные и интродуцированные растения», членом редколлегии журналов «Proceeding of the Latvian Academy of Sciences. Section B», «Biopolymers and Cell»,

«Cytology and Genetics», «Biotechnologia Acta» и др.; членом специализированных ученых советов по защите докторских и кандидатских диссертаций; президентом Украинского общества генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова. Подтверждением значимости результатов научной деятельности ученого являются многочисленные награды: В.А. Кунах – лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, лауреат премии им. В.Я. Юрьева, премии им. Н.Г. Холодного и премии им. С.М. Гершензона НАН Украины, отличник образования Украины, изобретатель года и т.д.

Ключевые слова: В.А. Кунах, научная, педагогическая, общественная деятельность, генетика растений, биотехнология растений

N. M. Drobyk, M. Z. Mosula

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

VIKTOR ANATOLIIOVYCH KUNAKH, A PROMINENT BIOLOGIST, GENETICIST AND BIOTECHNOLOGIST (IN HONOUR OF HIS 70TH BIRTHDAY)

The article highlights the scientific, academic and social achievements of Victor Anatoliyovych Kunakh, a renowned biologist and genetic scientist, Doctor of Biological Sciences, Professor, and a corresponding member of National Academy of Sciences of Ukraine. His scientific career started at the laboratory of M.G. Kholodnyi Institute of Botany (NASU) and as it progressed, he was appointed head of Department of Cell Population Genetics at Institute of Molecular Biology and Genetics (NASU). The focal point of his research activities is the study of structural and functional genome variability in cell populations in nature and *in vitro* as the basis for adaptation in a variable environment. V. Kunakh has authored and co-authored over 550 scientific works in the fields of genetics, cell biology, ecology and plant physiology; has supervised 4 doctorate and 20 PhD thesis works. Moreover, he is Editor-in-Chief of Academic and Applied Research Journal “The Bulletin of Vavilov Society of Geneticists and Breeders of Ukraine” and the journal “Factors in Experimental Evolution of Organisms”, deputy Editor-in-Chief of academic journal “Autochthonous and Alien Plants”, an Editorial Board member of such journals as “Proceeding of the Latvian Academy of Sciences. Section B”, “Biopolymers and Cell”, “Cytology and Genetics”, “Biotechnologia Acta”, etc., member of Scientific Councils on Candidate and Doctoral Thesis Defence, President of Vavilov Society of Geneticists and Breeders of Ukraine. Among numerous prizes and awards given to V. Kunakh in recognition of his contribution we should mention Ukrainian State Award in the Field of Science and Technologies, V. Yuriev Award of National Academy of Sciences of Ukraine, M. Kholodnyi Award of National Academy of Sciences of Ukraine, and S. Gershenson Award of National Academy of Sciences of Ukraine, recipient of award for excellence in education, inventor of the year, etc.

Key words: V.A. Kunakh, scientific, academic and social achievements, plant genetics, plant biotechnology

РЕЦЕНЗІЇ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З ДЕКОРАТИВНОЇ ДЕНДРОЛОГІЇ

Кохановський В. М. Декоративна дендрологія. Навчальний посібник. Частина 1. / В. М. Кохановський. — Суми: «Сумський національний аграрний університет», 2013. — 267 с., іл.



У сумському видавництві «Сумський національний аграрний університет» у 2013 році вийшов друком навчальний посібник «Декоративна дендрологія. Частина 1», рекомендований до друку вченою радою Сумського національного аграрного університету. Автором навчального посібника є відомий вчений-дендролог і ботанік, морфолог рослин, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри садово-паркового господарства Сумського національного аграрного університету Володимир Максимович Кохановський. Зауважимо, що вища школа України отримала корисний і цікавий навчальний посібник, в якому досить повно розкрито дендрофлору України, морфологію деревних рослин, види відділу *Pinophyta* (Голонасінні) та декоративні деревні рослини в ландшафтній архітектурі та дизайні.

У структурному відношенні навчальний посібник містить: зміст, передмову та чотири

розділи: Розділ 1. Дендрофлора та рослинність природних зон і висотних поясів України. Розділ 2. Морфологія деревних рослин. Розділ 3. *Pinophyta* (Голонасінні). Розділ 4. Декоративні деревні рослини в ландшафтній архітектурі та дизайні. Латинські та українські видові назви деревних рослин. Українські та латинські видові назви деревних рослин. Додаток. Список рекомендованої літератури.

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.

Автор навчального посібника зазначає, що лабораторний практикум складається з двох частин: Перша — «Морфологія рослин. *Pinophyta* (Голонасінні)» для осіннього семестру, а друга — «*Magnoliophyta*» (Покритонасінні)» для весняного семестру навчання. Далі автор констатує, 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.

Досить обгрунтовано автор мотивує необхідність видання навчального практикуму, оскільки донині в українськомовній чи російськомовній навчальній літературі з дендрології чи декоративної дендрології відсутні навчальні посібники з кольоровим зображенням видів, які вивчаються на лабораторних чи практичних заняттях.

Перший розділ навчального посібника розпочинається розкриттям флористичного складу ботаніко-географічних зон: *Полісся, Лісостепу, Степу, гірських систем Карпат і Криму*. Для вивчення цього розділу відведена лише одна тема: Зонування східної Європи та районування території України, в якій наведені два завдання:

Завдання 1. Зонування території східної Європи за зимостійкістю її дендрофлори за W. Heinze та D. Schreiber (1984).

Завдання 2. Дендродекоративні райони України за О. А. Калініченко (2003).

Самостійна робота.

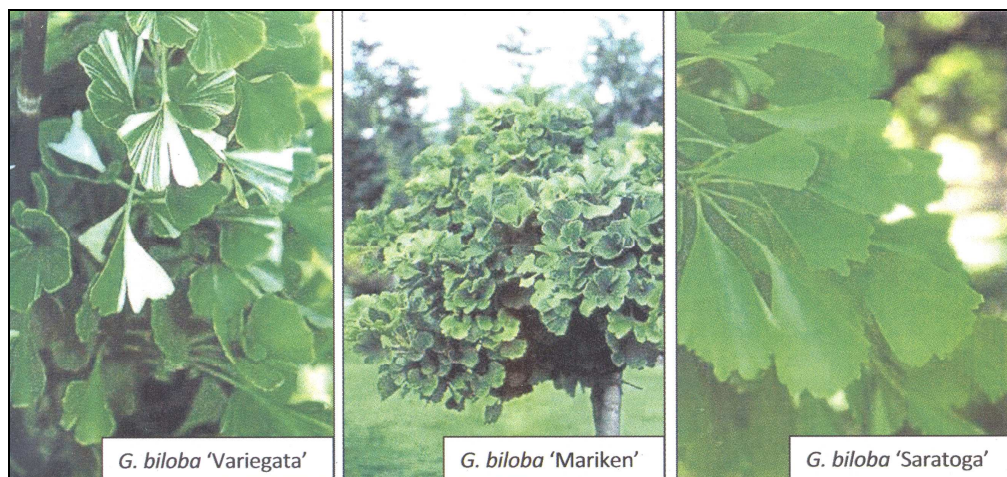
В кінці наведена література та питання для самоперевірки.

Другий розділ присвячений морфології деревних рослин. Для вивчення матеріалу цього розділу відведено шість тем з (№2 до № 7). Так само, як і в розділі першому, в кожній темі наведені два завдання, самостійна робота, література та питання для самоперевірки.

Третій розділ – найбільший за обсягом та найсуттєвіший за вивченням видів відділу *Pinophyta* (Голонасінні). Він включає дев'ять тем з (№ 8 до № 16). Якщо у перших двох розділах виділено два завдання, то в цих темах — два-три завдання, самостійна робота, література, питання для самоперевірки. Що в цьому розділі справляє особливе враження на читача? Передусім це велика кількість кольорового та чорно-білого ілюстративного матеріалу. На один вид наведено від 8-10 до 18-20 і більше морфологічних ознак. Для підтвердження сказаному наводимо кольорові ілюстрації *Ginkgo biloba* та *Taxus baccata* із посібника:



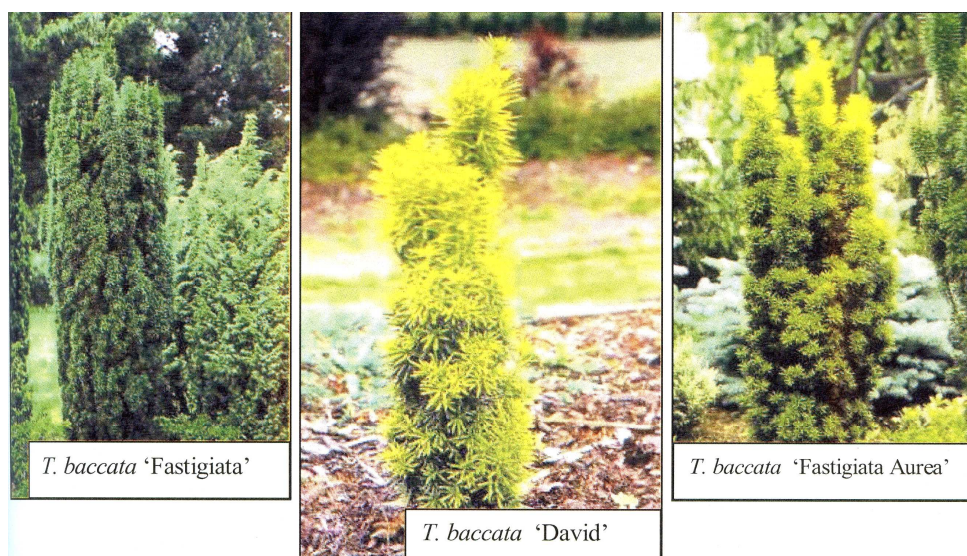
Основні морфологічні ознаки *Ginkgo biloba* L.



Декоративні форми *Ginkgo biloba* L.



Основні морфологічні ознаки *Taxus baccata* L.



Декоративні форми *Taxus baccata*

У четвертому найменшому за обсягом розділі висвітлені декоративні деревні рослини в ландшафтній архітектурі та дизайну. Для вивчення матеріалу з цього розділу відведена лише одна тема № 17: Голонасінні рослини при озелененні відкритих територій. У цьому ж розділі поміщені кольорові та чорно-білі світлини

Позитивне враження на читача справляють кольорові ілюстрації, в яких відображені основні морфологічні ознаки того чи іншого виду, різновиду, сорту чи гібриду.

Поряд з великим фактичним матеріалом, наведеним у чотирьох розділах навчального посібника, трапляються деякі стилістичні та граматичні неточності, які нічуть не знижують навчальну цінність та наукове значення рецензованого нами навчального посібника.

На завершення зазначимо, що рецензований нами навчальний посібник є вагомим внеском у дендрологічну науку сьогодення. Навчальний посібник Володимира Максимовича Кохановського «Декоративна дендрологія. Частина 1» є цінною навчальною працею з декоративної дендрології, а її автору доценту Володимиру Максимовичу Кохановському побажаємо подальших наукових і навчальних звершень у дендрологічній науці та творчих успіхів у підготовці фахівців із садово-паркового господарства, ландшафтної архітектури та дизайну на користь держави та українського народу.

Барна Н. Н., Барна Л. С. [Рецензия]. Кохановский В. М. Декоративная дендрология. Учебное пособие. Часть 1. / В. М. Кохановский. — Сумы: «Сумской национальный аграрный университет», 2013. — 267 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 Украины, морфологию древесных растений, виды отдела *Pinophyta* (Голосеменные) и декоративные древесные растения в ландшафтной архитектуре и дизайне.

В структурном отношении учебное пособие включает: содержание, предисловие и четыре раздела: Раздел 1. Дендрофлора и растительность природных зон и высотных поясов Украины. Раздел 2. Морфология древесных растений. Раздел 3. *Pinophyta* (Голосеменные). Раздел 4. Декоративные древесные растения в ландшафтной архитектуре и дизайне. Латинские и украинские видовые названия древесных растений. Украинские и латинские видовые названия древесных растений. Додаток. Список рекомендованной 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 четырех 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 (грамматические, стилистические), учебное пособие Владимира Максимовича Кохановского «Декоративная дендрология. Часть 1» является ценной научной и учебной работой в области декоративной дендрологии, а её автору доценту Владимиру Максимовичу Кохановскому пожелаем дальнейших научных и учебных свершений в дендрологической науке и творческих успехов в подготовке специалистов садово-паркового хозяйства, ландшафтной архитектуры и дизайна, необходимых сегодня для удовлетворения все нарастающих эстетических потребностей человека в эпоху бурного научно-технического прогресса человечества в наступившем третьем тысячелетии.

Ключевые слова: учебное пособие, декоративная дендрология, Pinophyta (Голосеменные), дендрофлора, ландшафтная архитектура, морфология древесных растений

Barna N. N., Barna L. S. [Review]. Kokhanovskii V.M. Ornamental dendrology. Textbook. Part 1. / V. M. Kokhanovskii. - Sumy: «Sumy National Agrarian University», 2013. - 267 p., pcs.

In 2013 the printing house of Sumy National Agrarian University published a textbook “Ornamental Dendrology. Part 1”. 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 *Pinophyta* species and the role of woody ornamentals in landscape architecture.

The textbook consists of such structural parts as: Contents, Introduction, and four chapters: Chapter 1. Dendroflora and vegetation of natural areas and altitudinal belts of Ukraine. Chapter 2. Morphology of woody plants. Chapter 3. The division Pinophyta (“naked seeds”). Chapter 4. Woody ornamentals in landscape architecture and design. List of Latin and Ukrainian names of woody plants. Appendix. Literature and references.

Moreover, readers are sure to appreciate full color illustrations depicting characteristic features of different woody plants.

Along with a great number of facts presented in four chapters, 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 1” by Volodymyr Kokhanovskii is an invaluable scientific and academic resource in the field of dendrology. Hence, we wish its author, Volodymyr Kokhanovskii, many more scientific achievements and years of life to pursue his teaching career at the Department of Landscape Architecture fulfilling the human needs for aesthetic experiences growing in the Digital Age of the Third Millennium.

М. М. Барна, Л. С. Барна

АВТОРИ НОМЕРА

- Алексєєнко В. В.** — професор, доктор медичних наук, член спеціалізованої Вченої Ради ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського НАМН України».
- Андрієнко-Малюк Т. Л.** — доктор біологічних наук, 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.
- Буценко Л. М.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник Інституту мікробіології і вірусології НАН України імені Д. К. Заболотного (ІМВ НАНУ).
- Віщур О. І.** — доктор ветеринарних наук, професор, завідувач лабораторії імунології Інституту біології тварин НААН.
- Володимирець В. О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства Національного університету водного господарства та природокористування.
- Герц А. І.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін ТНПУ.
- Герц Н. В.** — кандидат біологічних наук, викладач кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Горбатюк Л. О.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу екології водяних рослин та токсикології Інституту гідробіології НАН України (ІГ НАНУ).
- Гутий Б. В.** — доктор ветеринарних наук, професор кафедри фармакології та токсикології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.
- Гуцман С. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету.
- 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.
- Красноштан О. В.** — науковий співробітник відділу інтродукції та акліматизації рослин Криворізького ботанічного саду НАН України.
- Мосула М. З.** — кандидат біологічних наук, асистент кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Ойцюсь Л. В.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету.
- Пасічна О. О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екотоксикології ІГ НАНУ.
- Пасічник Л. А.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник ІМВ НАНУ.
- Патика В. П.** — доктор біологічних наук, професор, академік НААН України, завідувач відділу фітопатогенних бактерій ІМВ НАНУ.
- Петренко О. В.** — науковий співробітник лабораторії мікробіології з музеєм патогенних мікроорганізмів ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського НАМН України».

АВТОРИ НОМЕРА

- Пехенько В. С.** — асистент кафедри загальної практики (сімейної медицини) Національного медичного університету імені О. О. Богомольця.
- Платонов М. О.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу екології водних рослин та токсикології ІГ НАНУ.
- Романчук С. М.** — провідний інженер відділу клітинної біології та анатомії Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.
- Рубановська Н. В.** — асистент кафедри біології та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.
- Севериновська О. В.** — доктор біологічних наук, професор, декан факультету біології, екології та медицини Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.
- Соловодзінська І. Є.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології Львівського національного аграрного університету.
- Третяк Т. О.** — викладач-методист ОКЗ "Дніпропетровське медичне училище".
- Харів М. І.** — аспірант кафедри біотехнології та радіології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.
- Черченко Х. В.** — аспірант Міжвідомчої лабораторії моніторингу екосистем Азовського басейну Інституту морської біології та Мелітопольського державного педагогічного університету імені Б. Хмельницького.
- Юглічек Л. С.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології Хмельницького національного університету.



**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

Здано до складання 01.06.2016. Підписано до друку 08.06.2016. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 9.5. Обліково-видавничих аркушів — 11.5. Замовлення № 19
Наклад 300 прим. Віддруковано у видавничому центрі «Вектор»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ТР № 46 від 07 березня 2013р.
ФО Осадца Ю.В.

Submitted to editing 01.06.2016. Signed for printing 08.06.2016. Format 60 x 84/18. Printing paper.
Number of conventional printing sheets – 9.5. Number of accounted and published pages – 11.5. Order № 19.
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.