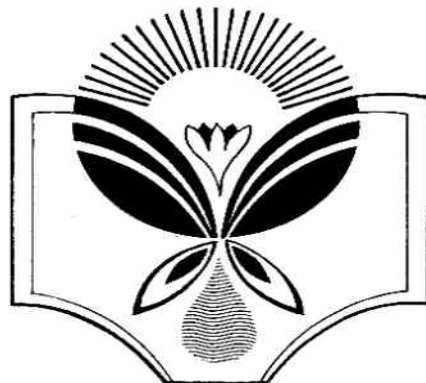




# Наукові записки

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

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



**83 (1-2)  
2023**

*Друкується за рішенням вченої ради  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка  
від 27.06.2023 р. (протокол № 11)*

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Головний редактор:**

**Н. М. Дробик** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

**Заступники головного редактора:**

**В. В. Грубіно** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

**О. Б. Столяр** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

**Члени редакційної колегії:**

**І. В. Азізов** – д.б.н., проф., Інститут молекулярної біології і біотехнології Національної академії наук Азербайджану, Баку; **М. М. Барна** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **О. І. Боднар** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **В. І. Бумейстер** – д.б.н., проф., Сумський державний університет, Україна; **С. Н. Вадзюк** – д.мед.н., проф., Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського, Україна; **А. І. Герц** – к.б.н., доцент, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **Г. М. Голіней** – к.с.-г.н., доцент, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна (*відповідальний секретар*); **Л. Р. Грицак** – к.б.н., доцент, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **П. Жимські** – д.мед.н. (біологія), доцент, Познанський медичний університет, Польща; **І. Я. Капрусь** – д.б.н., проф., Державний природознавчий музей НАН України, Львів; **В. З. Курант** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **В. Г. Кур'ята** – д.б.н., проф., Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, Україна; **О. В. Лукаш** – д.б.н., проф., Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка, Україна; **Н. В. Пасечко** – д.мед.н., проф., Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського, Україна; **С. В. Пида** – д.с.-г.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **О. С. Покотило** – д.б.н., проф., Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна; **С. В. Поливаний** – к.б.н., доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Україна; **Г. Федак** – д.б.н., проф., Оттавський науково-дослідний центр розвитку сільського господарства та агропродуктів, Канада; **М. М. Федоряк** – д.б.н., проф., Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна; **В. О. Хоменчук** – к.б.н., доцент, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

Коректори: О. С. Вербовецька  
Т. І. Белей  
Комп'ютерна верстка: О. Б. Мацюк

Адреса редакції:  
*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка*  
*вул. Максима Кривоноса, 2*  
*м. Тернопіль, 46027*  
*E-mail: journal@chem-bio.com.ua*  
*http://journals.chem-bio.com.ua*

Збірник включено до Переліку фахових видань України  
(категорія "Б", наказ МОН України від 2.07.2020 року № 886).

*Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009.*

UDC 57(062.552)  
H 34

Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.  
Series: Biology. 2023. T. 83, № 1–2. 98 p.

*Published by the decision of the Academic Council  
of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
from 27.06.2023 (protocol № 11)*

#### **EDITORIAL BOARD:**

##### **Editor-in-Chief**

**N. M. Drobyk** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

##### **Deputy editors**

**V. V. Hrubinko** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

**O. B. Stoliar** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

##### **Editorial board**

**I. V. Azizov** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Institute of Molecular Biology and Biotechnologies of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku; **M. M. Barna** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **O. I. Bodnar** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **V. I. Bumeister** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Sumy State University, Ukraine; **G. Fedak** – PhD. Philosophy, Prof., Ottawa Research and Development Centre for Agriculture and Agri-Food, Canada; **M. M. Fedoriak** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Chernivtsi Yurii Fedkovych National University, Ukraine; **A. I. Herts** – PhD. in Biol., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **H. M. Holinei** – PhD. in Agr., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine (*Responsible secretary*); **L. R. Hrytsak** - PhD. in Biol., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **I. J. Kaprus** – Dr. Sci. in Biol., Prof., National Museum of Natural History of NAS of Ukraine Lviv; **V. O. Khomenchuk** – PhD. in Biol., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **V. Z. Kurant** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **V. G. Kuryata** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Ukraine; **O. V. Lukash** – Dr. Sci. in Biol., Prof., National Taras Shevchenko University “Chernihiv Collegium”, Ukraine; **N. V. Pasyechko** – Dr. Sci. in Med., Prof., I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine; **O. S. Pokotylo** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine; **S. V. Polyvanyi** – PhD. in Biol., Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Ukraine; **S. V. Pyda** – Dr. Sci. in Agr., Prof., Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine; **P. Rzymyski** – Dr. Sci. in Biol., Prof., Poznan University of Medical Sciences, Poland; **S. N. Vadzyuk** – Dr. Sci. in Med., Prof., I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

Proofreader:	O. S. Verbovetska
	T. I. Belei
Computer editing:	O. B. Matsiuk

Editorial office address:

*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University  
2 M. Kryvonosa Str. Ternopil,  
46027 Ukraine  
E-mail: [journal@chem-bio.com.ua](mailto:journal@chem-bio.com.ua)  
<http://journals.chem-bio.com.ua>*

The journal is included in the list of Research Works of Ukraine  
(category B, order of ministry of education and science of Ukraine, July 2, 2020 № 886).

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

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

© Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

## ЗМІСТ

### БОТАНІКА

- У. В. ВЕРЕТЮК, М. З. ПРОКОП'ЯК, Г. М. ГОЛІНЕЙ, Н. В. ГЕРЦ  
ЛІКАРСЬКІ ВИДИ РОСЛИН У ФЛОРИ МІСТА ТЕРНОПОЛЯ..... 6
- Ю. О. КИСЕЛЬОВ, В. В. ПОЛЩУК  
МІСЦЕ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНВАЗІЙНОЇ ФЛОРИ У СТРУКТУРІ СУЧАСНОГО  
ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОГО ЗНАННЯ..... 13

### ЗООЛОГІЯ

- О. В. ПАЛАМАРЕНКО, Е. М. РІЗУН  
ОРНІТОФАУНА СЕЛА СОЛОНКА НА ЛЬВІВЩИНІ: АНАЛІЗ  
СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА 2010–2023 РОКИ..... 19
- М. О. ШТОГРИН, І. Я. ДОВГАНЮК, А. О. ШТОГУН  
РАРИТЕТНА СКЛАДОВА ФАУНИ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО  
ПАРКУ «КРЕМЕНЕЦЬКІ ГОРИ» ..... 25

### ГЕНЕТИКА

- А. О. БАКУМА, Т. Г. АЛЕКСЄЄВА, Ф. П. ТКАЧЕНКО  
ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЕКСТРАКЦІЇ ДНК, ПРИДАТНОЇ ДЛЯ ПЛР  
ІЗ ГЕРБАРНИХ ЗРАЗКІВ ВОДРОСТЕЙ РОДУ *CLADOPHORA* KÜTZ. .... 32
- М. А. КРИЖАНОВСЬКА, О. Ю. МАЙОРОВА, Н. Я. ГОЛУБ  
АНАЛІЗ ДИНАМІКИ НАРОДЖЕННЯ ДІТЕЙ З АУТОСОМНИМИ  
ТРИСОМІЯМИ ПО ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ ..... 37
- Н. Б. МОХНАЧОВА  
ПОРОДНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛЕЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ГЕНІВ *PT1* ТА *GN*  
УКРАЇНСЬКОЇ АБОРИГЕННОЇ ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ КОРІВ ..... 43

### ЕКОЛОГІЯ

- І. М. ГРОД, Л. О. ШЕВЧИК, Г. М. ГОЛІНЕЙ, Н. Я. КРАВЕЦЬ, О. Л. ГЛАВАЦЬКА  
АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ КАБАНА ДИКОГО  
*SUS SCROFA* (LINNAEUS, 1758) У РАМКАХ МОДЕЛІ ФЕРХЮЛЬСТА ..... 49

### ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

- Ю. М. ПАЛИВОДА, В. М. ГАВІЙ  
ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ  
НА ФОРМУВАННЯ КСЕРОМОРФНОЇ СТРУКТУРИ ЛИСТКІВ ТА ВОДНИЙ  
ПОТЕНЦІАЛ ПАГОНІВ ПРОРОСТКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (*TRITICUM*  
*AESTIVUM* L.) ЗА УМОВ ВОДНОГО ДЕФЦИТУ ..... 60
- С. О. ПРИПЛАВКО, В. М. ГАВІЙ, В. І. ШЕЙКО  
ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО  
АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ  
ВРОЖАЮ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ СОРТУ НАНТСЬКА ..... 70

### ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

- М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА  
ГЕНСІРУК СТЕПАН АНТОНОВИЧ – ВИДАТНА ПОСТАТЬ  
У ЛІСІВНИЧІЙ НАУЦІ ТА ФІТОСОЗОЛОГІЇ (до 100-річчя від дня народження:  
6.01.1923 – 23.10.2014 рр.)..... 79
- Н. М. ДРОБИК, С. В. ПИДА, Л. С. БАРНА, Н. В. ГЕРЦ, О. Б. МАЦЮК  
БАРНА МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ–  
БОТАНІК, ЦИТОЕМБРІОЛОГ, ЗАСЛУЖЕНИЙ ДІЯЧ НАУКИ І ТЕХНІКИ  
УКРАЇНИ, ПЕДАГОГ (до 85 – річчя від дня народження)..... 84

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ ..... 93

# CONTENTS

## BOTANY

- U. V. VERETIUK, M. Z. PROKOPIAK, H. M. HOLINEI, N. V. HERTS  
MEDICINAL PLANTS IN THE FLORA OF TERNOPIL..... 6

- Yu. O. KYSELOV, V. V. POLISHCHUK  
THE PLACE OF THE INVASIVE FLORA INVESTIGATIONS IN THE STRUCTURE  
OF THE MODERN NATURAL-SCIENTIFIC KNOWLEDGE ..... 13

## ZOOLOGY

- O. V. PALAMARENKO, E. M. RIZUN  
AVIFAUNA OF SOLONKA VILLAGE IN LVIV OBLAST: ANALYSIS OF  
OBSERVATIONS FOR 2010-2023 ..... 19

- M. O. SHTOHRYN, I. Ya. DOVHANIUK, A. O. SHTOHUN  
RARE COMPOSITION OF THE FAUNA OF THE NATIONAL NATURE PARK  
“KREMENETSKI HORY” ..... 25

## GENETICS

- A. O. BAKUMA, T. G. ALIEKSIEIEVA, F. P. TKACHENKO  
EFFICIENCY OF DIFFERENT METHODS OF EXTRACTION OF DNA SUITABLE  
FOR PCR FROM HERBAL SPECIMENS OF ALGAE GENUS *CLADOPHORA* KÜTZ. 32

- M. A. KRYZHANOVSKA, O. Yu. MAIOROVA, <sup>2</sup>N. Ia. HOLUB  
ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE CHILDREN BIRTH WITH AUTOSOMIC  
TRISOMY IN THE KHMELNYTSKYI REGION ..... 37

- N. B. MOKHNACHOVA  
BREED CHARACTERISTICS OF THE ALLELIC PROFILE OF THE PIT1 AND  
GH GENES OF THE UKRAINIAN INDIGENOUS LEBEDYN BREED OF COWS..... 43

## ECOLOGY

- I. M. GROD, L. O. SHEVCHYK, H. M. HOLINEI, N. Ya. KRAVETS,  
O. L. GLAVATSKA  
ANALYSIS OF THE POPULATION DYNAMICS OF THE WILD BOAR  
(*SUS SCROFA*, LINNAEUS, 1758) USING THE VERHULST MODEL ..... 49

## PLANT PHYSIOLOGY

- Y. M. PALIVODA, V. M. GAVIY  
THE INFLUENCE OF SEED TREATMENT WITH METABOLIC ACTIVE  
SUBSTANCES ON THE FORMATION OF THE XEROMORPH STRUCTURE  
OF THE LEAVES AND THE WATER POTENTIAL OF THE SHOTS OF COMMON  
WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) SEEDLINGS UNDER CONDITIONS  
OF WATER DEFICIT ..... 60

- S. O. PRYPLAVKO, V. M. HAVII, V. I. SHEIKO  
THE INFLUENCE OF PRE-SOWING SEED TREATMENT WITH METABOLIC  
ACTIVE SUBSTANCES ON THE QUANTITATIVE AND QUALITATIVE  
INDICATORS OF THE YIELD OF ROOT FRUITS OF NANTSKA VARIETY ..... 70

## HISTORY OF SCIENCE. OUTSTANDING PEOPLE

- M. M. BARNA, L. S. BARNA  
HENSIRUK STEPAN ANTONOVYCH - THE EMINENT FIGURE IN FORESTRY  
AND PHYTOSOOLOGY (CENTENARY OF BIRTH – 6.01.1923 – 23.10.2014) ..... 79

- N. M. DROBYK, S. V. PYDA, L. S. BARNA, N. V. HERTS, O. B. MATSIUK  
BARNA MYKOLA MYKOLAIOVYCH – FAMOUS UKRAINIAN SCIENTIST-  
BOTANIST, CYTOEMBRYOLOGIST, EMINENT SCIENCE AND TECHNOLOGY  
FUNCTIONARY OF UKRAINE, TEACHER (dedicated to the 85<sup>th</sup> birth anniversary) ..... 84

- SUBMISSION GUIDELINES FOR AUTHORS**..... 96

# БОТАНІКА

УДК 581.6

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.1

У. В. ВЕРЕТЮК, М. З. ПРОКОП'ЯК, Г. М. ГОЛІНЕЙ, Н. В. ГЕРЦ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027  
e-mail: mosula@chem-bio.com.ua

## ЛІКАРСЬКІ ВИДИ РОСЛИН У ФЛОРИ МІСТА ТЕРНОПОЛЯ

Підвищений попит на лікарські засоби природного походження призводить до пошуку нових рослин із певним спектром фармакологічної дії. Метою роботи було проаналізувати поширення й встановити видовий склад лікарських рослин (які цвітуть у квітні-травні), що ростуть у м. Тернополі. Ідентифіковано 33 види рослин. Систематичний аналіз показав, що вони належать до родин Solanaceae, Lamiaceae, Geraniaceae, Brassicaceae, Poaceae, Boraginaceae, Ranunculaceae, Asteraceae, Liliaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Papaveraceae, Rosaceae і Violaceae. Визначені види належать до 28 родів. У виявлених видів, лікарських властивостей не виявлено або вони мало вивчені у грястиці збірної, жовтецю кашубського, жовтозілля весняного, зеленчука жовтого, зірочок жовтих, зірочника середнього й лісового, королиці звичайної, незабудок польових, тонконога лучного. Досліджені рослини покласифіковано за основними фармакологічними властивостями. Більшість із них застосовують у практиці народної медицини, проте є й такі, які входять до складу лікарських препаратів. Із-поміж проаналізованих рослин є отруйні, а саме: блекота чорна, чистотіл звичайний, жовтозілля весняне, жовтець їдкий, живокіст лікарський і бульбистий, мак дикий, пшінка весняна. Не виявлено рослин з Офіційного переліку регіонально рідкісних рослин Тернопільської області чи з Червоної книги України (2009 р.).

*Ключові слова:* лікарські рослини, фармакологічна класифікація лікарських рослин, народна медицина, Тернопіль.

Лікарські рослини (ЛР) й надалі залишаються одним із основних джерел одержання ефективних засобів для лікування і профілактики захворювань різних систем людського організму, незважаючи на появу ефективних синтетичних лікарських препаратів. Основною перевагою ліків рослинного походження перед синтетичними є те, що вони є малотоксичні і при тривалому використанні не дають суттєвих побічних ефектів. Підвищений попит на лікарські засоби природного походження призводить до пошуку нових рослин із певним спектром фармакологічної дії.

Застосування рослин для лікування і профілактики численних захворювань людини почалося віддавна. Із покоління в покоління в народі передається інформація про способи лікування захворювань із використанням ЛР [8]. Уже в найдавніших писемних пам'ятках людської культури є згадки про використання рослин як лікарських засобів. Вивчення хімічного складу ЛР, їх поширення, використання, а також інші аспекти детально висвітлено в сучасній науковій літературі [11, 13–16]. В Україні близько 85 % лікарської рослинної сировини збирається в природних місцезростаннях рослин, що, зі свого боку, призводить до зменшення їх природних запасів. Це, разом із погіршенням екологічної ситуації, може призводити до зменшення площ росту цих рослин.

Сировинну базу в Україні становлять дикорослі лікарські рослини, рослини, що культивуються, й імпортована сировина. Лікарська рослинна сировина використовується підприємствами фармацевтичної, харчової, парфумерно-косметичної галузі й ін. Лікувальними властивостями володіють такі рослини, як ромашка, календула, м'ята, золототисячник, ехінацея, кропива й ін. Кожна з них має свої унікальні властивості й використовується для лікування захворювань певних систем організму [3].

На сьогоднішній день близько 60 % препаратів виготовляють із лікарських рослин, а згідно зі статистикою ВООЗ до 80 % населення планети віддають перевагу препаратам природного походження. Фітопрепарати – це лікарські засоби, які отримують із рослинної сировини, цілої рослини, певного її органу (листіків, квіток, стебел, коріння й ін.) або її екстракту і вживають для лікування й профілактики захворювань. Сьогодні для їх виробництва використовують близько 500 видів ЛР. Попит на рослинну сировину для виробництва лікарських засобів постійно зростає у розвинених країнах та тих, які розвиваються. Згідно з даними огляду фармацевтичного ринку України Мінарченка В. М. й співавторів в останні роки спостерігається поступове щорічне зростання на 1,5–2 % лікарських засобів, зокрема рослинного походження на 5–7 % [7]. Тому актуальним на сьогодні є виявлення нових місцезростань лікарських рослин, які є джерелом рослинної сировини як для офіційної, так і для народної медицини, і обстеження їх запасів.

Метою роботи було проаналізувати поширення й встановити видовий склад лікарських рослин, які ростуть у м. Тернополі і цвітуть у квітні-травні.

#### Матеріали та методи досліджень

Для реалізації мети дослідження було використано наступні методи: опрацювання й аналіз літературних джерел із проблем представленої тематики; здійснення екскурсій у природу з ціллю виявлення місць зростання досліджуваної групи лікарських рослин і фотографування їх видового різноманіття, рекогносцирувальний метод; для вивчення рослинності – метод пробних площ. Пробні площі для геоботанічного опису закладалися в однорідних (гомогенних) ділянках рослинності, відмічених у ході рекогносцирувальної екскурсії. Закладали пробні ділянки по горизонталі й вертикалі через 20 м (розмір пробної ділянки становив 1 м<sup>2</sup>). Дослідження проводили у квітні-травні 2022 р. Описували рослини, які перебували на стадії цвітіння. Популяції рослин виявлені під час маршрутних досліджень парком Національного Відродження, масивом «Дружба» м. Тернополя. Ідентифікацію рослин здійснювали за визначником Барбарича А. І. й співавторів [1].

#### Результати досліджень та їх обговорення

Понад 1100 видів вищих спорових і насінних рослин ростуть у Тернопільській області, що зумовлено її розташуванням між Карпатами й Поліссям. На території Тернопільщини росте близько 800 видів лікарських рослин, що включає не лише рослини офіційної, а й народної медицини. Щороку в області проводиться заготівля багатьох видів лікарських рослин: барвінка малого, глоду, звіробою, шипшини, дивини, золототисячника, грициків, хвоща польового, подорожника великого, липи, споришу звичайного, кропиви дводомної [6].

Нами було проаналізовано поширення рослин у місті Тернополі, які були у фенофазі цвітіння у квітні-травні 2022 р. Виявлено 33 види на території парку Національного Відродження і на масиві «Дружба» у м. Тернополі, а саме:

1. Блекота чорна (*Hyoscyamus niger* L., 1753) – рід Блекота (*Hyoscyamus* L.) – родина Пасльонові (Solanaceae);
2. Глуха кропива пурпурова (*Lamium purpureum* L., 1753) – рід Глуха кропива (*Lamium* L.) – родина Глухокропикові (Lamiaceae);
3. Горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L., 1753) – рід Горлянка (*Ajuga* L.) – родина Глухокропикові (Lamiaceae);

4. Грабельки звичайні (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her. ex Aiton, 1789) – рід Грабельки (*Erodium* L'Her. ex Aiton) – родина Журавцеві (Geraniaceae);
5. Грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) – рід Грицики (*Capsella* Medik.) – родина Капустяні (Brassicaceae);
6. Грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L., 1753) – рід Грястиця (*Dactylis* L.) – родина Злакові (Poaceae);
7. Живокіст лікарський (*Symphytum officinale* L., 1753) – рід Живокіст (*Symphytum* L.) – родина Шорстколисті (Boraginaceae);
8. Живокіст бульбистий (*Symphytum tuberosum* L., 1753) – рід Живокіст (*Symphytum* L.) – родина Шорстколисті (Boraginaceae);
9. Жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L., 1753) – рід Жовтець (*Ranunculus* L.) – родина Жовтецеві (Ranunculaceae);
10. Жовтець кашубський (*Ranunculus cassubicus* L., 1753) – рід Жовтець (*Ranunculus* L.) – родина Жовтецеві (Ranunculaceae);
11. Жовтозілля весняне (*Senecio vernalis* Waldst. & Kit., 1800) – рід Жовтозілля (*Senecio* L.) – родина Айстрові (Asteraceae);
12. Зеленчук жовтий (*Lamium galeobdolon* (L.) L.) – рід Глуха кропива (*Lamium* L.) – родина Глухокропивові (Lamiaceae);
13. Зірочки жовті (*Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., 1809) – рід Зірочки (*Gagea* Salisb.) – родина Лілієві (Liliaceae);
14. Зірочник лісовий (*Rubra holostea* (L.) M. T. Sharples & E. A. Tripp, 1753) – рід Зірочник (*Rubra* M. T. Sharples & E. A. Tripp) – родина Гвоздиківі (Caryophyllaceae);
15. Зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.) – рід Зірочник (*Stellaria* L.) – родина Гвоздиківі (Caryophyllaceae);
16. Кінський часник черешковий (*Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande, 1913) – рід Кінський часник або часничник (*Alliaria* Heist. ex Fabr.) – родина Капустяні (Brassicaceae);
17. Конюшина лучна (*Trifolium pratense* L., 1753) – рід Конюшина (*Trifolium* Tourn. ex L.) – родина Бобові (Fabaceae);
18. Королиця звичайна (*Leucanthemum vulgare* Lam., 1779) – рід Королиця (*Leucanthemum* Mill.) – родина Айстрові (Asteraceae);
19. Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Weber ex Wiggins, 1780) – рід Кульбаба (*Taraxacum* Weber) – родина Айстрові (Asteraceae);
20. Мак дикий (*Papaver rhoeas* L., 1753) – рід Мак (*Papaver* L.) – родина Макові (Papaveraceae);
21. Медунка темна (*Pulmonaria obscura* Dumort., 1865) – рід Медунка (*Pulmonaria* L.) – родина Шорстколисті (Boraginaceae);
22. Незабудка польова (*Myosotis arvensis* (L.) Hill) – рід Незабудка (*Myosotis* L.) – родина Шорстколисті (Boraginaceae);
23. Підбіл звичайний, мати-й-мачуха (*Tussilago farfara* L.) – рід Підбіл (*Tussilago* L.) – родина Айстрові (Asteraceae);
24. Пшінка весняна (*Ficaria verna* Huds., 1762) – рід Пшінка (*Ficaria* Guett.) – родина Жовтецеві (Ranunculaceae);
25. Розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.) – рід Розхідник (*Glechoma* L.) – родина Глухокропивові (Lamiaceae);
26. Рутка лікарська (*Fumaria officinalis* L.) – рід Рутка (*Fumaria* L.) – родина Макові (Papaveraceae);
27. Стокrotки багаторічні (*Bellis perennis* L., 1753) – рід Стокrotки (*Bellis* L.) – родина Айстрові (Asteraceae);
28. Суниці лісові (*Fragaria vesca* L., 1753) – рід Суниці (*Fragaria* L.) – родина Розові (Rosaceae);
29. Талабан польовий (*Thlaspi arvense* L., 1753) – рід Талабан (*Thlaspi* L.) – родина Капустяні (Brassicaceae);



30. Тонконіг лучний (*Poa pratensis* Pollich, 1776) – рід Тонконіг (*Poa* L.) – родина Злакові (Poaceae);
31. Фіалка запашна (*Viola odorata* L., 1753) – рід Фіалка (*Viola* L.) – родина Фіалкові (Violaceae);
32. Чина весняна, горошок весняний (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.) – рід Чина (*Lathyrus* L.) – родина Бобові (Fabaceae);
33. Чистотіл звичайний (*Chelidonium majus* L., 1753) – рід Чистотіл (*Chelidonium* L.) – родина Макові (Papaveraceae).

Систематичний аналіз показав, що ідентифіковані види належать до родин: Пасльонові (3 %), Глухокропивні (12 %), Журавцеві (3 %), Капустяні (9 %), Злакові (6 %), Шорстколісті (9 %), Жовтецеві (9 %), Айстрові (15 %), Лілійні (3 %), Гвоздикові (6 %), Бобові (6 %), Макові (9 %), Розові (3 %), Фіалкові (3 %) (рисунок). Визначені види належать до 28 родів. Найбільшою кількістю родів представлена родина Айстрові (5).

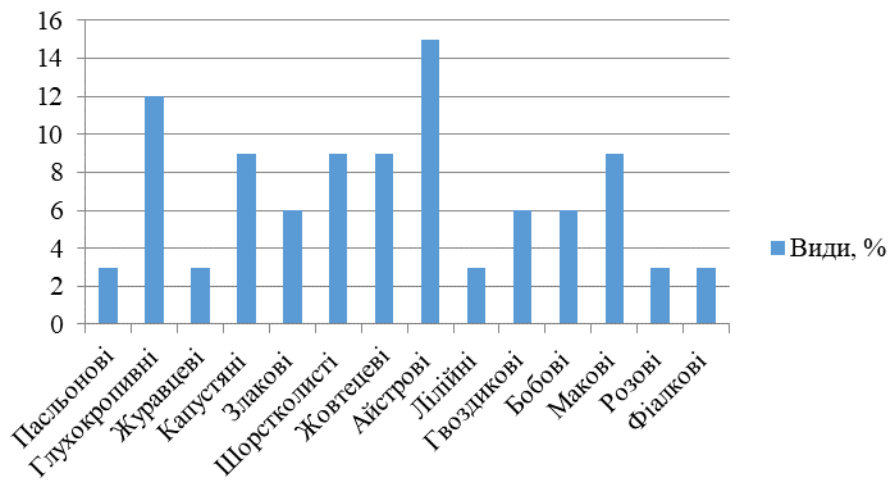


Рисунок. Належність ідентифікованих у м. Тернополі рослин (квітень-травень) до родин.

Із поміж 33 виявлених на досліджуваній території видів рослин лікарських властивостей не виявлено або вони мало вивчені у грястиці збірної, жовтецю кашубського, жовтозілля весняного, зеленчука жовтого, зірочок жовтих, зірочника середнього і лісового, королиці звичайної, незабудки польової, тонконога лучного. До отруйних рослин відносять блекоту чорну, живокіст лікарський і бульбистий, жовтець їдкий, жовтозілля весняне, мак дикий, пшінка весняна, чистотіл звичайний.

Ідентифіковані нами рослини, які поширені у м. Тернополі, можна класифікувати за основними фармакологічними властивостями наступним чином:

- використовують при захворюваннях дихальної системи: глуха кропива пурпурова, медунка темна, підбіл звичайний, розхідник звичайний, фіалка запашна;
- використовують при захворюваннях нервової системи: глуха кропива пурпурова, блекота чорна, мак дикий;
- використовують при захворюваннях шлунково-кишкового тракту: королиця звичайна, кульбаба лікарська, підбіл звичайний;
- використовують при захворюваннях сечовидільної системи: грабельки звичайні, конюшина лучна, кульбаба лікарська, розхідник звичайний;
- використовують при захворюваннях серцево-судинної системи: грицики звичайні, медунка темна, суниця лісові.

Значна кількість ідентифікованих рослин мають протизапальні, антибактеріальні властивості (глуха кропива пурпурова, горлянка повзуча, грабельки звичайні, живокіст лікарський, жовтець їдкий, рутка лікарська, чистотіл звичайний, суниця лісові, талабан

польовий, конюшина лучна, пшінка весняна). Слід зазначити, що ці рослини, а саме: горлянку повзучу, жовтець їдкий, пшінку весняну, конюшину лучну, чистотіл звичайний – використовують і при лікуванні хвороб шкіри, а живокіст лікарський, окрім зазначених, ще й при лікуванні захворювань опорно-рухового апарату [2, 4–6, 9, 10, 16, 17].

Більшість проаналізованих рослин використовують у практиці народної медицини, проте є й такі, які входять до складу лікарських препаратів. Наприклад, листки (першого року) блекоти чорної входять до складу протиастматичного збору «Астматол»; масляний екстракт з листя (олія блекоти), лінімент «Капсин» застосовують при невралгіях, ревматизмі. Препарати на основі чистотілу звичайного використовують для видалення бородавок і лікування інших шкірних захворювань. Фіалка запашна є у складі препарату «Фітобронхол», який вживають у комплексній терапії запальних захворювань органів дихання. Підбіл звичайний є поширеним компонентом у складі препаратів для лікування органів дихання («Грудний збір № 1», «Грудний збір № 2»). Конюшина лучна є у складі препарату «Гіпертофітол Плюс», який рекомендують як дієтичну добавку до раціону харчування з метою поліпшення функціонального стану серцево-судинної системи, нормалізації підвищеного артеріального тиску; зменшення рівня нервового напруження. Рутка лікарська є у складі препарату «Фумарта», який є засобом, що застосовують при захворюваннях печінки і жовчовивідних шляхів, а також у складі багатокомпонентного препарату «Лів 52» і «Гепабене». Живокіст – популярна лікарська рослина у препаратах для лікування опорно-рухового апарату, наприклад у препараті «Живозан живокіст з бодягою» чи інших монокомпонентних засобів. Грицики звичайні є у складі препаратів, які стимулюють тонус і скорочувальну активність міометрія.

За використання лікарських рослин із природних місць росту потрібно спершу оцінити стан їх природних ресурсів. Наприклад, відомо, що блекота чорна входить до переліку видів ЛР, обсяги заготівель яких, якщо суворо дотримуватися правил збирання, необмежені. Глуха кропива пурпурова поширена в помірній зоні північної півкулі. Вона росте розсіяно в західних і правобережних районах України як бур'ян на полях, на чагарниках й ін. Грицики звичайні ростуть як бур'ян на полях, уздовж доріг, біля будинків. В Україні є велика сировинна база грициків, що дає змогу щорічно задовольняти попит на його сировину і не лімітувати обсягів заготівлі. Живокіст лікарський росте по всій території Тернопільської області на берегах річок, вологих луках, серед чагарників. Вид *Ranunculus acris* росте на луках, лісових галявинах й узліссях майже по всій території України, окрім південних областей. Рослина росте переважно на вапнякових ґрунтах і є бур'яном старих пасовищ і сінокосів. Запаси сировини чистотілу в Україні великі; основним сировинним регіоном є Київська, Харківська, Чернігівська, Сумська, Полтавська, Черкаська, Дніпропетровська і Донецька області. Обсяги заготівель чистотілу необмежені за умови суворого дотримання правил збирання. Сировинні запаси суниці лісової в Україні достатні для заготівлі плодів у Закарпатській, Івано-Франківській, Тернопільській, Львівській, Чернівецькій, на півночі Хмельницької, а також у Волинській, Рівненській, Київській, Чернігівській, Житомирській, Сумській областях. Природні запаси підбілу звичайного за останні десятиріччя скорочуються внаслідок великомасштабного осушення перезволожених територій. Однак, у цілому ресурси мати-й-мачухи достатні для задоволення попиту і не потребують введення обмежень. Заготівля підбілу, у випадку дотримання правил, дозволена на території всіх областей України, за винятком Запорізької, Миколаївської і Херсонської, де запаси сировини є невеликими [3, 10].

У результаті антропогенного впливу на навколишнє середовище із понад 5000 видів судинних рослин флори України зникли або знаходяться під загрозою зникнення 611 видів. Тривала безконтрольна заготівля сировини дикорослих рослин для використання у різних галузях народного господарства, інтенсифікація експлуатації неурбанізованих територій, осушення земель, призвели до катастрофічного зменшення запасів багатьох видів рослин флори України. Збір сировини цих рослин без ліцензії заборонений. У кожній адміністративній області є види, що знаходяться під регіональною охороною. Міністерство екології і природних ресурсів України на підставі матеріалів наукового обстеження природних ресурсів встановлює нормативи й ліміти із заготівлі лікарської рослинної сировини, а також забороняє або обмежує заготівлю у випадку необхідності. Із ідентифікованих рослин не виявлено таких, які включені

до Офіційного переліку регіонально рідкісних рослин Тернопільської області чи до Червоної книги України (2009 р.) [12].

### Висновки

Отже, нами було встановлено видовий склад і проаналізовано поширення лікарських рослин, які цвітуть у квітні-травні у місті Тернополі і широко використовуються у народній та офіційній медицині.

1. Визначник рослин України : учбовий посібник / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, А. І. Барбарич, Є. М. Брадїс, О. Д. Вісюлін, М. І. Котов та ін.; Редкол.: відп. ред. Д. К. Зеров, вид. друге, виправлене і доповнене. Київ : Урожай, 1965. 875 с.
2. Карпюк В. Р., Юзьків С. Л., Журахівська Л. Р., Конечний Ю. Т., Конечна Р. Т. Жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.) : аналітичний огляд поширення, хімічного складу, біологічної активності та медичного застосування. *Фармацевтичний часопис*. 2021. № 3. С. 74–82.
3. Ковальов В. І., Дейнеко І. Ф. Лікарські рослини в терапії. Київ : Вища школа, 2003.
4. Кучма Л. Д., Кравець В. С. Лікарські рослини та їх застосування. Київ : Наукова думка, 2008.
5. Лікарські рослини : енциклопедичний довідник / відп. ред. А. М. Гродзинський. Київ : Вид-во «Українська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1992. 543 с.
6. Марчишин С. М., Сушко Н. О. Лікарські рослини Тернопільщини. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2007. 312 с.
7. Мінарченко В. М., Бутко А. Ю. Дослідження вітчизняного ринку лікарських засобів рослинного походження. *Фармацевтичний журнал*. 2017. № 1. С. 30–36.
8. Носаль М. А., Носаль І. М. Лікарські рослини і способи їх застосування в народі. Київ, 2013. 324 с.
9. Прокоп'як М. З., Яворська В. М., Майорова О. Ю., Яворівський Р. Л., Крижановська М. А. Лікарські рослини родини Asteraceae у флорі Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2021* : зб. тез доповідей XXIV Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 29–30 квітня 2021 р.). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. С. 66–69.
10. Сербін А. Г. й ін. Фармацевтична ботаніка : підруч. для вузів / за ред. Л. М. Сірої. Вінниця : Нова Книга, 2015. 488 с. ‘
11. Скибіцька М. Історія вивчення лікарських рослин в Україні. Праці наукового товариства ім. Шевченка. *Екологічний збірник*. 2014. Т. 39. С. 163–180.
12. Червона книга України. Рослинний світ / М-во охорони навколиш. природ. середовища України, Нац. акад. наук України; за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
13. Gupta O. P., Sharma R., Sharma P., Vats P., Sharma V. K. «Medicinal Plants: A Review». *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2019. Vol. 10, No. 10. P. 2345–2356. doi: 10.26452/ijpds.v10i10.2185.
14. Onifade A. O., Fagbohun O. F., Adekunle O. A., Adegoke O. A. Recent advances in pharmacological properties of medicinal plants : A review. *Journal of Acute Disease*. 2019. Vol. 8, No. 3. P. 67–75. doi: 10.12980/jad.8.20190302.
15. Ouedraogo H. B., Ouattara H. L. W., Ouedraogo D. N., Sanon F. K., Lambert R. J. W., Ouedraogo J. O. Phytochemical and pharmacological properties of medicinal plants from the genus *Asphodelus*: A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020. Vol. 248. P. 112339. doi: 10.1016/j.jep.2019.112339.
16. Rahim M. A., Uddin M. R., Sultana S., Khan N. A., Azad A. K., Hossain M. Therapeutic potential of medicinal plants : A review of their antimicrobial activity. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 2021. Vol. 54, No. 6. P. 925–936. doi: 10.1016/j.jmii.2020.12.002.
17. Scott M. G., Peterson R. L. The root en-dodermis in *Ranunculus acris*. Histochemistry of the endodermis and the synthesis of phenolic compounds in roots. *Canadian Journal of Botany*. 1979. Vol. 57, No. 9. P. 1063–1077.

### References

1. Vyznachnyk roslyn Ukrainy : uchbovyi posibnyk / Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho AN URSR, A. I. Barbarych, Ie. M. Bradis, O. D. Visiulin, M. I. Kotov ta in.; Redkol.: vidp. red. D. K. Zеров, vyd. druhe, vypravlene i dopovnene. Kyiv : Urozhai, 1965. 875 s. [in Ukrainian]
2. Karpiuk V. R., Yuzkiv S. L., Zhurakhivska L. R., Konechnyi Yu. T., Konechna R. T. Zhovtets idkyi (*Ranunculus acris* L.) : analitychnyi ohliad poshyrennia, khimichnoho skladu, biolohichnoi aktyvnosti ta medychnoho zastosuvannia. *Farmatsevychnyi chasopys*. 2021. No 3. S. 74–82. [in Ukrainian]
3. Kovalov V. I., Deyneko I. F. Likarski roslyny v terapii. Kyiv : Vyshcha shkola, 2003. [in Ukrainian]

4. Kuchma L. D., Kravets V. S. Likarski roslyny ta ikh zastosuvannia. Kyiv : Naukova dumka, 2008. [in Ukrainian]
5. Likarski roslyny : entsyklopedychnyi dovidnyk / vidp. red. A. M. Hrodzynskiy. Kyiv : Vyd-vo «Ukrainska entsyklopediia» im. M. P. Bazhana, 1992. 543 c. [in Ukrainian]
6. Marchyshyn S. M., Sushko N. O. Likarski roslyny Ternopilshchyny. Ternopil : Navchalna knyha – Bohdan, 2007. 312 s. [in Ukrainian]
7. Minarchenko V. M., Butko A. Yu. Doslidzhennia vitchyznianoho rynku likarskykh zasobiv roslynnoho pokhodzhennia. *Farmatsevtychnyi zhurnal*. 2017. No 1. S. 30–36. [in Ukrainian]
8. Nosal M. A., Nosal I. M. Likarski roslyny i sposoby ikh zastosuvannia v narodi. Kyiv, 2013. 324 s. [in Ukrainian]
9. Prokopiak M. Z., Yavorska V. M., Mayorova O. Yu., Yavorivskiy R. L., Kryzhanovska M. A. Likarski roslyny rodyny Asteraceae u flori Holytskoho botanichnoho zakaznyka zahalnodержavnogo znachennia. *Ekolohiia, okhorona navkolishnoho seredovyscha ta zbalansovane pryrodokorystuvannia: osvita – nauka – vyrobnytstvo – 2021* : zb. tez dopovidei XXIV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kharkiv, 29–30 kvitnia 2021 r.). Kharkiv : KhNU imeni V. N. Karazina, 2021. S. 66–69. [in Ukrainian]
10. Serbin A. H. y in. *Farmatsevtychna botanika : pidruch. dlia vuziv / za red. L. M. Siroi*. Vinnytsia : Nova Knyha, 2015. 488 s. [in Ukrainian]
11. Skybitska M. Istoriia vyvchennia likarskykh roslyn v Ukraini. Pratsi naukovohto tovarystva im. Shevchenka. *Ekolohichni zbirnyk*. 2014. T. 39. S. 163–180. [in Ukrainian]
12. Chervona knyha Ukrainy. Roslynniyi svit / M-vo okhorony navkolish. pryrod. seredovyscha Ukrainy, Nats. akad. nauk Ukrainy; za red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsaltnh, 2009. 900 c. [in Ukrainian]
13. Gupta O. P., Sharma R., Sharma P., Vats P., Sharma V. K. «Medicinal Plants: A Review». *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2019. Vol. 10, No. 10. P. 2345–2356. doi: 10.26452/ijpds.v10i10.2185.
14. Onifade A. O., Fagbohun O. F., Adekunle O. A., Adegoke O. A. Recent advances in pharmacological properties of medicinal plants : A review. *Journal of Acute Disease*. 2019. Vol. 8, No. 3. P. 67–75. doi: 10.12980/jad.8.20190302.
15. Ouedraogo H. B., Ouattara H. L. W., Ouedraogo D. N., Sanon F. K., Lambert R. J. W., Ouedraogo J. O. Phytochemical and pharmacological properties of medicinal plants from the genus *Asphodelus*: A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020. Vol. 248. P. 112339. doi: 10.1016/j.jep.2019.112339.
16. Rahim M. A., Uddin M. R., Sultana S., Khan N. A., Azad A. K., Hossain M. Therapeutic potential of medicinal plants : A review of their antimicrobial activity. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 2021. Vol. 54, No. 6. P. 925–936. doi: 10.1016/j.jmii.2020.12.002. \
17. Scott M. G., Peterson R. L. The root endodermis in *Ranunculus acris*. Histochemistry of the endodermis and the synthesis of phenolic compounds in roots. *Canadian Journal of Botany*. 1979. Vol. 57, No. 9. P. 1063–1077.

U. V. Veretiuk, M. Z. Prokopiak, H. M. Holinei, N. V. Herts  
Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### MEDICINAL PLANTS IN THE FLORA OF TERNOPIL

The increased demand for medicines of natural origin has prompted the search for new plants possessing specific pharmacological properties. Despite the advent of effective synthetic drugs, medicinal plants remain a primary source of potent remedies for treating and preventing various human body system disorders. The aim was to analyse the distribution and establish the species composition of medicinal plants (which bloom in April-May) growing in Ternopil. A total of thirty three plant species have been identified: *Hyoscyamus niger* L., *Lamium purpureum* L., *Ajuga reptans* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Capsella bursa-pastoris* L., *Dactylis glomerata* L., *Symphytum officinale* L., *Symphytum tuberosum* L., *Ranunculus acris* L., *Ranunculus cassubicus* L., *Senecio vernalis* Waldst. & Kit., *Galeobdolon luteum*, *Lamium galeobdolon* (L.) L., *Gagea lutea* L. Ker Gawl., *Stellaria holostea* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande, *Trifolium pratense* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F. H. Wigg, *Papaver rhoeas* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Tussilago farfara* L., *Ficaria verna* Huds., *Glechoma hederacea* L., *Fumaria officinalis* L., *Bellis perennis* L., *Fragaria vesca* L., *Thlaspi arvense* L., *Poa pratensis* L., *Viola odorata* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Chelidonium majus* L.

Systematic analysis showed that the species belong to the following families: Solanaceae (3 %), Lamiaceae (12 %), Geraniaceae (3 %), Brassicaceae (9 %), Poaceae (6 %), Boraginaceae (9 %), Ranunculaceae (9 %), Asteraceae (15 %), Liliaceae (3 %), Caryophyllaceae (6 %), Fabaceae (6 %), Papaveraceae (9 %), Rosaceae (3 %), Violaceae (3 %). The identified species belong to 28 genera. Among the 33 species identified in Ternopil, no medicinal properties were found or they were little studied in *Dactylis glomerata*, *Ranunculus cassubicus*, *Senecio vernalis*, *Lamium galeobdolon*, *Gagea lutea*, *Rubra holostea*, *Stellaria media*, *Leucanthemum vulgare*, *Myosotis arvensis*, *Poa pratensis*. The studied plants are classified according to their main pharmacological properties (used in the treatment of cardiovascular diseases, etc.). Most of the analyzed plants are utilized in traditional medicine, while some are incorporated into pharmaceutical formulations. There are poisonous medicinal plants (*Hyoscyamus niger*, *Chelidonium majus*, *Senecio vernalis*, *Ranunculus acris*, *Symphytum officinale*, *Symphytum tuberosum*, *Papaver rhoeas*, *Ficaria verna*). There were not plants in the Official List of Regionally Rare Plants of the Ternopil Region or in the Red Data Book of Ukraine (2009).

*Key words:* medicinal plants, pharmacological classification of medicinal plants, folk medicine, Ternopil.

Надійшла 10.04.2023.

УДК 581.524.2:502.211:582-047.37]:001.89

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.2

Ю. О. КИСЕЛЬОВ, В. В. ПОЛЩУК

Уманський національний університет садівництва  
вул. Інститутська, 1, Умань, Черкаська область, 20300  
e-mail: kyseljov@ukr.net

## **МІСЦЕ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНВАЗІЙНОЇ ФЛОРИ У СТРУКТУРІ СУЧАСНОГО ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОГО ЗНАННЯ**

У статті наголошено на ландшафтознавчому аспекті досліджень фітоінвазій. Зауважено значення вивчення фітоінвазій у контексті досліджень антропогенних змін довкілля в цілому. Акцентовано, що фітоінвазії є істотним чинником формування антропогенних ландшафтів. Зазначено, що дослідження інвазійної флори перебувають у контексті наукової дисципліни – інвазійної геоботаніки, яка формується на пограниччі біології, географії та екології, зокрема ботаніки, антропогенного ландшафтознавства та екології рослин. Окреслено місце інвазійної геоботаніки у структурі сучасного природничого знання, у якому посідає позицію між біологією, географією та екологією. Відзначено, що інвазійні рослини є одним з елементів антропогенного ландшафту. Наголошено, що антропогенні зміни рослинності, які проявляються, зокрема, в явищі фітоінвазій, відбуваються в контексті перетворення людиною природи загалом. Схарактеризовано міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки. Наголошено на різноманітті міждисциплінарних зв'язків відповідно до їх типології за О. І. Шаблієм, який виділяв зв'язки генетичні (такі, що характеризують походження даної галузі науки), інформаційні (такі, що вказують на джерела фактичного матеріалу), за спільністю об'єкта дослідження, спільністю методів, а також організаційні, пов'язані з проведенням досліджень у рамках однієї наукової установи. Зокрема, генетичний характер мають зв'язки інвазійної геоботаніки з ботанікою та фітоценологією. Інформаційні міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки, а також її зв'язки за ознакою спільних об'єктів і методів простежуються, передовсім, із географією, зокрема географією рослин, географією транспорту й антропогенним ландшафтознавством. Організаційні міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки можуть бути проведені як із біологічними, так і з географічними науками. Різноманіття міждисциплінарних зв'язків інвазійної геоботаніки, поряд із швидким зростанням кількості наукових публікацій, свідчить про її становище як

Systematic analysis showed that the species belong to the following families: Solanaceae (3 %), Lamiaceae (12 %), Geraniaceae (3 %), Brassicaceae (9 %), Poaceae (6 %), Boraginaceae (9 %), Ranunculaceae (9 %), Asteraceae (15 %), Liliaceae (3 %), Caryophyllaceae (6 %), Fabaceae (6 %), Papaveraceae (9 %), Rosaceae (3 %), Violaceae (3 %). The identified species belong to 28 genera. Among the 33 species identified in Ternopil, no medicinal properties were found or they were little studied in *Dactylis glomerata*, *Ranunculus cassubicus*, *Senecio vernalis*, *Lamium galeobdolon*, *Gagea lutea*, *Rubra holostea*, *Stellaria media*, *Leucanthemum vulgare*, *Myosotis arvensis*, *Poa pratensis*. The studied plants are classified according to their main pharmacological properties (used in the treatment of cardiovascular diseases, etc.). Most of the analyzed plants are utilized in traditional medicine, while some are incorporated into pharmaceutical formulations. There are poisonous medicinal plants (*Hyoscyamus niger*, *Chelidonium majus*, *Senecio vernalis*, *Ranunculus acris*, *Symphytum officinale*, *Symphytum tuberosum*, *Papaver rhoeas*, *Ficaria verna*). There were not plants in the Official List of Regionally Rare Plants of the Ternopil Region or in the Red Data Book of Ukraine (2009).

*Key words:* medicinal plants, pharmacological classification of medicinal plants, folk medicine, Ternopil.

Надійшла 10.04.2023.

УДК 581.524.2:502.211:582-047.37]:001.89

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.2

Ю. О. КИСЕЛЬОВ, В. В. ПОЛЩУК

Уманський національний університет садівництва  
вул. Інститутська, 1, Умань, Черкаська область, 20300  
e-mail: kyseljov@ukr.net

## **МІСЦЕ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНВАЗІЙНОЇ ФЛОРИ У СТРУКТУРІ СУЧАСНОГО ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОГО ЗНАННЯ**

У статті наголошено на ландшафтознавчому аспекті досліджень фітоінвазій. Зауважено значення вивчення фітоінвазій у контексті досліджень антропогенних змін довкілля в цілому. Акцентовано, що фітоінвазії є істотним чинником формування антропогенних ландшафтів. Зазначено, що дослідження інвазійної флори перебувають у контексті наукової дисципліни – інвазійної геоботаніки, яка формується на пограниччі біології, географії та екології, зокрема ботаніки, антропогенного ландшафтознавства та екології рослин. Окреслено місце інвазійної геоботаніки у структурі сучасного природничого знання, у якому посідає позицію між біологією, географією та екологією. Відзначено, що інвазійні рослини є одним з елементів антропогенного ландшафту. Наголошено, що антропогенні зміни рослинності, які проявляються, зокрема, в явищі фітоінвазій, відбуваються в контексті перетворення людиною природи загалом. Схарактеризовано міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки. Наголошено на різноманітті міждисциплінарних зв'язків відповідно до їх типології за О. І. Шаблієм, який виділяв зв'язки генетичні (такі, що характеризують походження даної галузі науки), інформаційні (такі, що вказують на джерела фактичного матеріалу), за спільністю об'єкта дослідження, спільністю методів, а також організаційні, пов'язані з проведенням досліджень у рамках однієї наукової установи. Зокрема, генетичний характер мають зв'язки інвазійної геоботаніки з ботанікою та фітоценологією. Інформаційні міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки, а також її зв'язки за ознакою спільних об'єктів і методів простежуються, передовсім, із географією, зокрема географією рослин, географією транспорту й антропогенним ландшафтознавством. Організаційні міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки можуть бути проведені як із біологічними, так і з географічними науками. Різноманіття міждисциплінарних зв'язків інвазійної геоботаніки, поряд із швидким зростанням кількості наукових публікацій, свідчить про її становище як

однієї з «точок росту» в сучасному природознавстві, що може свідчити про ймовірне подальше зростання числа досліджень із зазначеного напрямку, включно з появою нових аспектів вивчення фітоінвазій, у близькому майбутньому.

*Ключові слова:* фітоінвазії, інвазійна флора, інвазійна геоботаніка, міждисциплінарні зв'язки, сучасне природознавство.

Дослідження адвентивної, зокрема інвазійної, флори систематично проводяться вже понад сторіччя. За цей час ґрунтовно розроблено теоретичні, методологічні та методичні засади досліджень, сформульовано об'єктно-предметну область, виконано значний обсяг регіональних досліджень у різних країнах світу. Проте ще залишається недостатньо визначеним місце відповідного напрямку досліджень у системі сучасного природознавства, адже вивчення фітоінвазій, що фактично є інвазійною геоботанікою, має стосунок до кількох фундаментальних наук – ботаніки, екології, географії – та низки наукових дисциплін, що входять у структуру вищезгаданих природничих наук.

### **Матеріали та методи досліджень**

Об'єктом дослідження є міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки. Матеріалом для його проведення стали як класичні, так і сучасні праці дослідників інвазійної флори, зокрема роботи А. Теллунга [10], Я. Корнася [9], В. В. Протопопової [4], В. В. Протопопової та М. В. Шевери [5, 7], Ю. О. Кисельова й співавторів [2] та інших.

При підготовці статті використано логічні методи пізнання – аналіз, порівняння, узагальнення, систематизація, також застосовано літературний метод.

Метою статті є аналіз міждисциплінарних зв'язків інвазійної геоботаніки в контексті системи природничих наук.

Завдання статті:

- окреслити суть досліджень адвентивної, зокрема інвазійної, флори як наукового напрямку;
- схарактеризувати значення інвазійних видів рослин як елементу ландшафту;
- проілюструвати міждисциплінарний характер інвазійної геоботаніки;
- систематизувати зв'язки інвазійної геоботаніки з іншими напрямками природничо-наукових досліджень відповідно до типології міждисциплінарних зв'язків О. І. Шаблія.

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

Абсолютна більшість сучасних ландшафтів характеризується тим чи іншим ступенем антропогенної перетвореності. Змін, зумовлених різнобічною діяльністю людини, зазнали всі компоненти – від літогенного до біогенного. Зокрема, через гірничодобувну діяльність відбувається порушення природного порядку нашарування пластів гірських порід; систематичні викиди деяких речовин в атмосферу призводять до змін макро- і мікроклімату; сільське господарство, особливо землеробство, змінює структуру ґрунту, зумовлюючи його зубожіння. Лише з першого погляду менш помітними здаються зміни фітоценозів, спричинені антропогенним чинником. До певної місцевості потрапляють види рослин, не властиві їй у природних умовах, що створюють конкуренцію аборигенним видам і можуть, урешті, їх витіснити. Це явище не можна вважати нормальним, тому що воно загрожує зникненням окремих видів, а отже ставить під загрозу біорізноманіття.

Рослини, занесені в даний ландшафт з інших макро- або мікрорегіонів, мають назву адвентивних. На думку В. В. Протопопової та М. В. Шевери, адвентивними є ті «рослини, поява яких у певній місцевості пов'язана не з природним флорогенезом, а здебільшого з несвідомим занесенням їх людиною з первинного ареалу в інші флористичні області або на інші континенти в процесі господарської діяльності» [6]. Ці ж автори зауважують щодо неоднозначності критеріїв, які покладаються в основу класифікації адвентивних видів – за часом занесення, способом імміграції, ступенем натуралізації тощо.

Серед адвентивних рослин окрему групу становлять інвазійні, які, як зазначає А. С. Мосякін, «становлять значну загрозу для біорізноманітності, менеджменту екосистем, сільського та лісового господарств тощо» [3]. Фітоінвазії є фактором, який порушує природний

екологічний стан фітоценозів. Оскільки фітоінвазії провокуються діяльністю людини, виникає необхідність боротьби з ними. Її результатом в ідеалі має бути відновлення початкового, притаманного природному ландшафту, набору видів, що дасть можливість досягти екологічно зрівноваженого стану фітоценозів.

Дослідження адвентивної, зокрема інвазійної, флори, з одного боку, є, безумовно, однією з галузей біологічних досліджень, оскільки загальним об'єктом виступає вид (одна з основних категорій загальної біології), конкретними об'єктами – окремі види рослин. Але водночас вивчення інвазійної флори становить і один із напрямків антропогенного ландшафтознавства, сучасні наукові засади якого розробив Г. І. Денисик [1]. Оскільки антропогенні зміни одного з компонентів ландшафту призводять до змін решти компонентів, тому питання поширення інвазійних видів є також географічним. Власне, воно є комплексним, і тому вирішенням його має займатися цілий комплекс природничих наук.

Дослідження з інвазійної геоботаніки розвиваються на стику таких наук, як ботаніка, екологія, ландшафтознавство тощо. Характеризований напрямок досліджень пов'язаний як безпосередньо зі згаданими науками, так і з тими, з якими вони мають власні міждисциплінарні зв'язки. Отже, міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки є досить розгалуженими.

Український учений-географ О. І. Шаблій наголошував на існуванні п'яти типів міждисциплінарних зв'язків. Це, зокрема, зв'язки генетичні (такі, що ґрунтуються на спільному походженні двох і більше наук), інформаційні (пов'язані із запозиченням однією наукою фактичного матеріалу іншої), за спільністю об'єкта вивчення, за використанням однією наукою методів іншої науки та, окрім того, організаційні (базовані на спільному проведенні досліджень у межах однієї наукової установи) [8].

На нашу думку, дослідження інвазійної флори мають генетичні зв'язки з ботанікою, екологією рослин та географією, зокрема ландшафтознавством. Саме з цими науками частково збігаються об'єкт і предмет інвазійної геоботаніки. Зокрема, з ботанікою пов'язані конкретні (реальні) об'єкти досліджень – рослини. З екологією рослин і фітоценологією дослідження інвазійної флори поєднує дослідження концептуального об'єкта – фітоценозу, що характеризується зв'язками і відносинами між такими його елементами, як аборигенні та адвентивні види. Із ландшафтознавством дослідження у вказаній вище галузі споріднені тим, що флора взагалі та інвазійна флора зокрема є явищем ландшафтним, характеризуючись певними закономірностями просторового поширення.

Інформаційні зв'язки досліджень інвазійної флори проявляються на їхньому стику з географією (зокрема географією рослин і ландшафтознавством) та екологією рослин. Із географії рослин інвазійна геоботаніка позичає дані про приуроченість видів до певних умов географічного середовища – геоморфологічних, кліматичних, ландшафтних тощо. Ландшафтознавство надає дослідженням інвазійної флори дані про співвідношення природних ландшафтів, у яких той чи інший вид є аборигенним та адвентивним. Дані екології рослин формують уявлення про механізми конкуренції між аборигенними та адвентивними видами в даному фітоценозі. Також простежуються зв'язки інвазійної геоботаніки з географією транспорту, оскільки транспортні засоби далекого сполучення виступають вагомим чинником поширення інвазійних видів.

За спільністю об'єкта дослідження вибудовані зв'язки досліджень інвазійної флори із синекологією та антропогенним ландшафтознавством. Зокрема, із синекологією інвазійну геоботаніку споріднює вивчення інвазійних рослин як елементу екосистеми. З антропогенним ландшафтознавством вивчення інвазійної флори поєднує феномен фітоінвазій як прояв антропогенізації ландшафтів.

За спільністю методів дослідження вивчення інвазійної флори пов'язане практично з усіма природничими науками, у яких дослідження неможливі без спостережень за об'єктами. Найбільше значення мають зв'язки з географічними науками, оскільки при оформленні результатів досліджень активно використовують картографічний метод і районування (при виявленні географічних закономірностей поширення інвазійних видів).



Організаційні міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки можуть проявлятися практично з усіма згадуваними вище науками залежно від конкретної наукової установи, у якій ведуться дослідження відповідного напрямку.

Схему міждисциплінарних зв'язків інвазійної геоботаніки представлено на рис. 1.

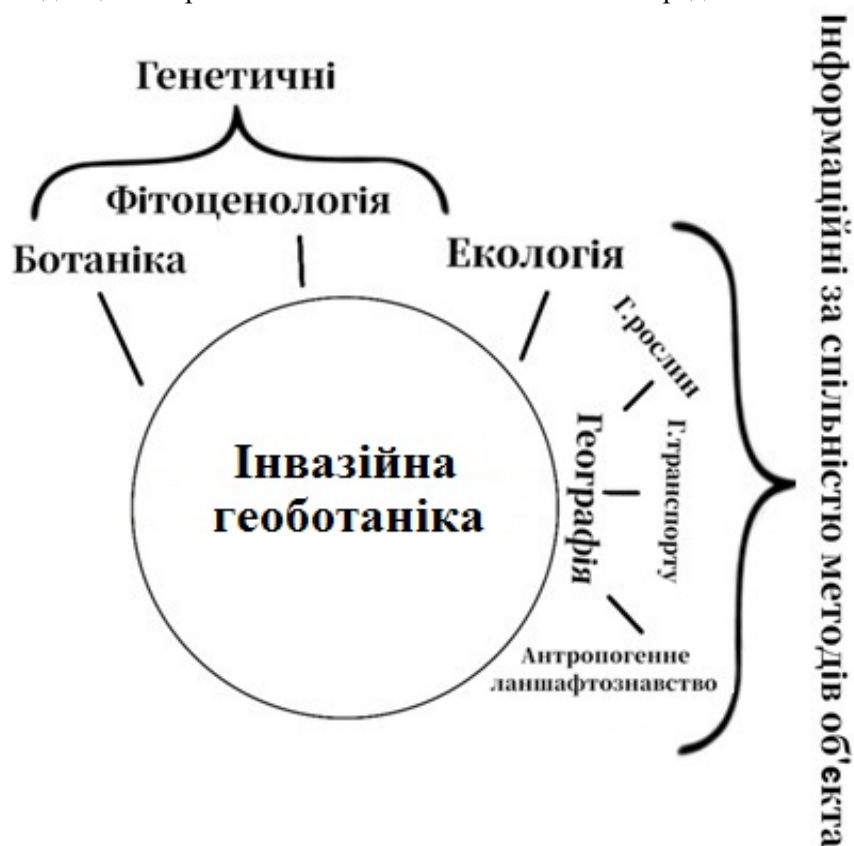


Рис. 1. Міждисциплінарні зв'язки інвазійної геоботаніки.

### Висновки

Аналіз зв'язків інвазійної геоботаніки з іншими природничо-науковими дисциплінами свідчить, з одного боку, про її міждисциплінарний характер, що також є ознакою становища зазначеної дисципліни як однієї з «точок росту» в сучасному природознавстві; з іншого боку, міждисциплінарні зв'язки різних типів вказують на найбільшу спорідненість інвазійної геоботаніки з біологією (зокрема, ботанікою, фітоценологією), екологією (а саме синекологією) та географією (антропогенним ландшафтознавством). Окреслене місцезонаштування інвазійної геоботаніки та, ймовірно, низки інших дисциплін, що нині активно формуються, у системі сучасного природничо-наукового знання наводить на думку про перспективи суттєвого наукового синтезу в природознавстві та його комплексний розвиток як важливу рису розвитку знання в найближчі десятиріччя.

Подальші дослідження у сфері інвазійної геоботаніки можуть бути зосереджені на вивченні інвазійної флори окремих антропогенних ландшафтних комплексів, що слугують для неї біотопами, – автомобільних доріг і залізниць, полігонів твердих побутових відходів, породних відвалів, утворених внаслідок підземного видобутку корисних копалин тощо.

1. Денисюк Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України. Вінниця : Арбат, 1998. 292 с.
2. Кисельов Ю. О., Суханова І. П., Парахненко В. Г., Швець Я. А., Черниш В. І. Адвентивна флора України: географічні особливості поширення. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2020. Т. 30, № 1. С. 9–13.
3. Мосякін А. С. Огляд основних гіпотез інвазійності рослин. *Український ботанічний журнал*. 2009. Т. 66, № 4. С. 466–476.

4. Протопопова В. В. Адвентивні рослини Лісостепу і Степу України. Київ : Наук. думка, 1973. 188 с.
5. Протопопова В. В., Мосякін С. Л., Шевера М. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ : Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, 2002. 28 с.
6. Протопопова В. В., Шевера М. В. Адвентивні рослини. *Енциклопедія сучасної України*. 2001. Т. 1. С. 181–182.
7. Протопопова В. В., Шевера М. В. Аспекти економічної оцінки впливу неаборигенних рослин України на довкілля. *Регіональні перспективи*. 2004. Т. 6. С. 44–48.
8. Шаблій О. І. Суспільна географія: теорія, історія, українознавчі студії. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2001. 744 с.
9. Kornaś J. A geographical-historical classification of synanthropic plants. *Mater. Zakładu Fitosocjol. Stosowanej Uniw. Warszawsk.* 1968. 25: 33–4122.
10. Thellung A. Pflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen. *Beibl. Englers Bot. Jahrb.* 53, Beibl. Nr. 1915. 116: 37–66.

## References

1. Denysyk H. I. Antropohenni landshafty Pravoberezhnoi Ukrainy. Vinnytsia : Arbat, 1998. 292 s. [in Ukrainian]
2. Kyselov Yu. O., Sukhanova I. P., Parakhnenko V. H., Shvets Ya. A., Chernysh V. I. Adventyvnna flora Ukrainy: heohrafichni osoblyvosti poshyrennia. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho lisotekhnichnoho universytetu Ukrainy*. 2020. Т. 30, No 1. S. 9–13. [in Ukrainian]
3. Mosiakin A. S. Ohliad osnovnykh hipotez invaziinosti roslin. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 2009. Т. 66, No 4. S. 466–476. [in Ukrainian]
4. Protopopova V. V. Adventyvni roslyny Lisostepu i Stepu Ukrainy. Kyiv : Nauk. dumka, 1973. 188 s. [in Ukrainian]
5. Protopopova V. V., Mosiakin S. L., Shevera M. V. Fitoinvazii v Ukraini iak zahroza bioriznomanittiu: suchasnyi stan i zavdannia na maibutnie. Kyiv : Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho NAN Ukrainy, 2002. 28 s. [in Ukrainian]
6. Protopopova V. V., Shevera M. V. Adventyvni roslyny. *Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy*. 2001. Т. 1. S. 181–182. [in Ukrainian]
7. Protopopova V. V., Shevera M. V. Aspekty ekonomichnoi otsinky vplyvu neaboryhenykh roslin Ukrainy na dovkillia. *Regionalni perspektyvy*. 2004. Т. 6. S. 44–48. [in Ukrainian]
8. Shablii O. I. Suspilna heohrafiia: teoriia, istoriia, ukrainoznavchi studii. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2001. 744 s. [in Ukrainian]
9. Kornaś J. A geographical-historical classification of synanthropic plants. *Mater. Zakładu Fitosocjol. Stosowanej Uniw. Warszawsk.* 1968. 25: 33–4122.
10. Thellung A. Pflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen. *Beibl. Englers Bot. Jahrb.* 53, Beibl. Nr. 1915. 116: 37–66.

*Yu. O. Kyselov, V. V. Polishchuk*

Uman National University of Horticulture, Ukraine

## THE PLACE OF THE INVASIVE FLORA INVESTIGATIONS IN THE STRUCTURE OF THE MODERN NATURAL-SCIENTIFIC KNOWLEDGE

This study places a strong emphasis on the role of landscape knowledge in investigating phytoinvasions. It underscores the significance of studying invasive flora within the broader context of researching anthropogenic environmental changes. Phytoinvasions are highlighted as crucial factors in shaping anthropogenic landscapes. This research aligns with the emerging scientific discipline known as invasive geobotany, situated at the intersection of biology, geography, and ecology, particularly in the fields of botany, anthropogenic landscape studies, and plant ecology. In the spectrum of contemporary natural knowledge, invasive geobotany occupies a pivotal position, bridging the realms of biology, geography, and ecology. This study underscores that invasive plants are integral elements of anthropogenic landscapes. It emphasizes that anthropogenic changes in vegetation, exemplified by phytoinvasions, occur within the broader context of human-induced environmental transformation. The interdisciplinary facets of invasive geobotany are delineated, highlighting its diverse connections as typified by O. I. Shablii. These connections encompass genetic connections, which elucidate the genesis of this field of study, informational links, pointing to the

sources of empirical data, connections established based on shared research objectives and methodologies, as well as organizational affiliations related to research support within a shared scientific framework. Specifically, genetic connections link invasive botany with botany and phytocenology. Informational interdisciplinary connections and shared research objectives and methods predominantly connect invasive botany with geography, particularly plant geography, transport geography, and anthropogenic landscape studies. Organizational interdisciplinary connections within invasive geobotany can be established both within the biological and geographical sciences. The wide range of interdisciplinary connections in invasive geobotany, coupled with the rapidly increasing number of scientific publications, indicates its status as a burgeoning field within modern natural science. This suggests the potential for a further increase in research activity in this area, including the emergence of new aspects in the study of phytoinvasions in the near future.

*Key words: phytoinvasions, invasive flora, invasive geobotany, interdisciplinary connections, modern natural knowledge.*

Надійшла 7.03.2023.

# ЗООЛОГІЯ

УДК 598.2

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.3

О. В. ПАЛАМАРЕНКО, Е. М. РІЗУН

Національний лісотехнічний університет України  
вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, 79057  
e-mail: olgapal1982@gmail.com

## **ОРНІТОФАУНА СЕЛА СОЛОНКА НА ЛЬВІВЩИНІ: АНАЛІЗ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА 2010–2023 РОКИ**

---

У статті проаналізований видовий склад орнітофауни с. Солонка, відокремленої ділянки на вулиці Повітряній, яка знаходиться у південній околиці міста Львова. Інформацію щодо видового різноманіття птахів зібрано навесні, влітку, восени та взимку 2010–2023 років. За цей час спостерігали птахів, які належать до 63 видів. У 2010–2016 рр. гніздовими були 46 видів. Встановлено, що на видове різноманіття й чисельність птахів у с. Солонка суттєвий вплив має антропогенна фрагментація середовища. Зокрема, городи, дачні масиви, захаращені ділянки із плодовими деревами, очисні споруди, декоративні насадження поблизу будинків забезпечують птахів кормовими, захисними та гніздовими умовами. Бездомні кішки та собаки щороку спричиняють загибель невизначеної кількості молодих і дорослих особин птахів різних видів. Найчастіше це дрозди, синиці та горлиці. У зимові місяці місцеві мешканці активно підгодовують горобиних птахів. Встановлено, що діти і підлітки кожного року причетні до знищення гнізд і загибелі пташенят.

*Ключові слова:* птахи, поширення, гніздування, зимівля, загрози виживанню.

Публікацій з орнітології, які стосуються Львова, є доволі багато [1–4, 7, 8]. Відомо, що у 1994 році в межах Львова виявляли 197 видів птахів, із яких 103 види – гніздові, 68 видів – зимуючі, 100 – пролітні, 34 – залітні [1]. Протягом 2006–2018 років у селітебній частині Львова налічували 84 гніздові види [3]. Натомість, орнітофауну передмість спеціально не вивчали [4]. Враховуючи це, метою нашої роботи було вивчення орнітофауни с. Солонка в південній околиці Львова. Для цього здійснено аналіз власних даних [5–6], зібраних у 2010–2023 роках, визначено перелік гніздових та зимуючих видів, встановлено фактори ризику для птахів.

### **Матеріали та методи досліджень**

Спостереження за птахами були проведені на облікових маршрутах протягом 2010–2023 років. Ідентифікацію проводили візуально з допомогою визначника [9]. При цьому використовували бінокль та аналізували голоси. Дослідженнями охоплено забудову із 10 багатоквартирних будинків та інших об'єктів по вул. Повітряній, обстежено також прилеглі ділянки (рисунок). Декілька років тому територію, на якій проведені орнітологічні дослідження, було приєднано до села Солонка. Раніше населений пункт мав назву військово містечко Липники.

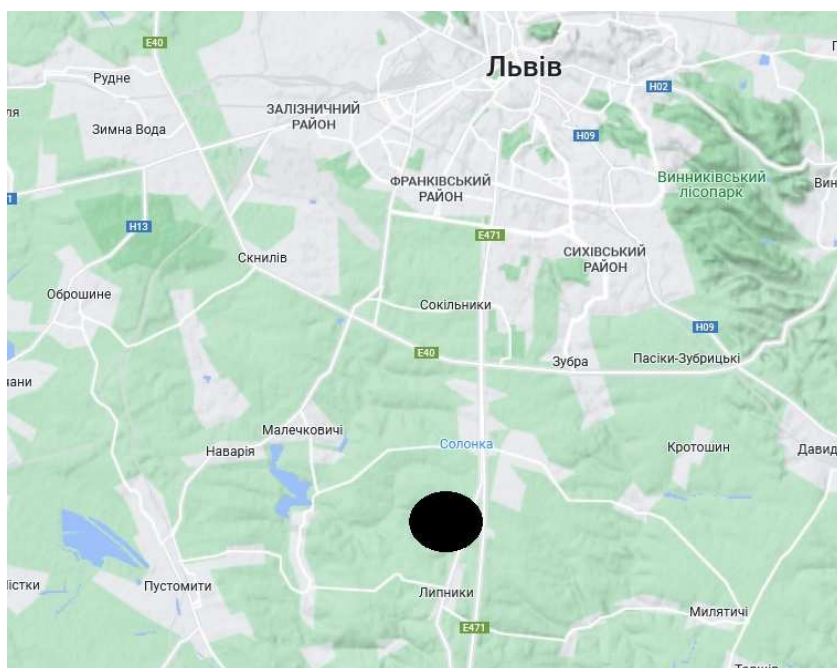


Рисунок. Місце проведення орнітологічних досліджень.

### Результати досліджень та їх обговорення

За результатами спостережень 2010–2016 років, птахи були представлені 50-ма видами, із яких 46 – гніздові. Види, ідентифіковані за весь період спостережень (2010–2023 рр.), представлені у таблиці.

Таблиця

Перелік видів птахів, виявлених у с. Солонка (вул. Повітряна) та на околицях протягом 2010–2023 років

№ п/п	Вид
1	грак ( <i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758)
2	крук ( <i>C. corax</i> Linnaeus, 1758)
3	галка ( <i>C. monedula</i> Linnaeus, 1758)
4	сойка ( <i>Garrulus glandarius</i> Linnaeus, 1758)
5	сорока ( <i>Pica pica</i> Linnaeus, 1758)
6	ворона сіра ( <i>Corvus cornix</i> Linnaeus, 1758)
7	дрізд чорний ( <i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758)
8	чикотень ( <i>T. pilaris</i> Linnaeus, 1758)
9	дрізд-омелюх ( <i>T. viscivorus</i> Linnaeus, 1758)
10	дрізд співочий ( <i>T. philomelos</i> Brehm, 1831)
11	снігур ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> Linnaeus, 1758)
12	синиця велика ( <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758)
13	гаїчка-пухляк ( <i>P. montanus</i> Baldenstein, 1827)
14	гаїчка болотяна ( <i>P. palustris</i> Linnaeus, 1758)
15	синиця блакитна ( <i>P. caeruleus</i> Linnaeus, 1758)
16	синиця чорна ( <i>P. ater</i> Linnaeus, 1758)
17	синиця чубата ( <i>P. cristatus</i> Linnaeus, 1758)
18	синиця довгохвоста ( <i>Aegithalos caudatus</i> Linnaeus, 1758)
19	підкоришник звичайний ( <i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758)
20	підкоришник короткопалий ( <i>C. brachydactyla</i> Brehm, 1820)
21	повзик ( <i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758)
22	чиж ( <i>Spinus spinus</i> Linnaeus, 1758)

## ЗООЛОГІЯ

<i>Продовження таблиці</i>	
23	щиглик ( <i>Carduelis carduelis</i> Linnaeus, 1758)
24	чечітка звичайна ( <i>Acanthis flammea</i> Linnaeus, 1758)
25	горобець польовий ( <i>Passer montanus</i> Linnaeus, 1758)
26	горобець хатній ( <i>P. domesticus</i> Linnaeus, 1758)
27	костогриз ( <i>Coccythraustes coccythraustes</i> Linnaeus, 1758)
28	горихвістка чорна ( <i>Phoenicurus ochruros</i> Gmelin, 1774)
29	зяблик ( <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758)
30	плиска біла ( <i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758)
31	ластівка сільська ( <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758)
32	ластівка міська ( <i>Delichon urbica</i> Linnaeus, 1758)
33	мухоловка білошия ( <i>Ficedula albicollis</i> Temminck, 1815)
34	мухоловка мала ( <i>Ficedula parva</i> Bechstein, 1794)
35	мухоловка сіра ( <i>Muscicapa striata</i> Pallas, 1764)
36	зеленяк ( <i>Chloris chloris</i> Linnaeus, 1758)
37	шпак звичайний ( <i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758)
38	золотомушка жовточуба ( <i>Regulus regulus</i> Linnaeus, 1758)
39	сорокопуд сирій ( <i>Lanius excubitor</i> Linnaeus, 1758)
40	волове очко ( <i>Troglodytes troglodytes</i> Linnaeus, 1758)
41	омелюх ( <i>Bombycilla garrulous</i> Linnaeus, 1758)
42	горлиця садова ( <i>Streptopelia decaocto</i> Frivaldszky, 1838)
43	припутень ( <i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758)
44	голуб сизий ( <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789)
45	дятел малий ( <i>Dendrocopos minor</i> Linnaeus, 1758)
46	дятел звичайний ( <i>D. major</i> Linnaeus, 1758)
47	жовна сива ( <i>Picus canus</i> Gmelin, 1788)
48	жовна чорна ( <i>Dryocopus martius</i> Linnaeus, 1758)
49	крутиголовка ( <i>Junx torquilla</i> Linnaeus, 1758).
50	зозуля ( <i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758)
51	одуд ( <i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758)
52	серпокрилець чорний ( <i>Apus apus</i> Linnaeus, 1758)
53	канюк звичайний ( <i>Buteo buteo</i> Linnaeus, 1758)
54	яструб ( <i>Accipiter</i> sp.)
55	куріпка сіра ( <i>Perdix perdix</i> Linnaeus, 1758)
56	крижень ( <i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758)
57	лебідь-шипун ( <i>Cygnus olor</i> Gmelin, 1789)
58	рибалочка ( <i>Alcedo atthis</i> Linnaeus, 1758)
59	курочка водяна ( <i>Gallinula chloropus</i> Linnaeus, 1758)
60	лиска ( <i>Fulica atra</i> Linnaeus, 1758)
61	журавель сирій ( <i>Grus grus</i> Linnaeus, 1758)
62	лелека білий ( <i>Ciconia ciconia</i> Linnaeus, 1758)
63	чапля сіра ( <i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758)

По одному виду із переліку (таблиця) належить до рядів Зозулеподібні (Cuculiformes), Одудоподібні (Upuriformes), Серпокрильцеподібні (Apodiformes), Куроподібні (Galliiformes), Ракшеподібні (Coraciiformes). По два види належить до рядів Соколоподібні (Falconiformes), Гусеподібні (Anseriformes), Лелекоподібні (Ciconiiformes). До місцевих Голубоподібних (Columbiformes) та Журавлеподібних (Gruiformes) належить по 3 види, Дятлоподібних (Piciformes) відмічено 5 видів. Горобцеподібних виявлено найбільше – 41 вид.

Для Львова за 2006–2018 рр. відоме гніздування 84 видів [3], а для дослідженої нами місцевості (дані за 2010–2016 рр.) характерно лише 55 % від цього показника. З 2010 року перестали гніздватися в населеному пункті галки, не виявлено також совоподібних (Strigiformes). Каскад водойм в околиці с. Солонка та с. Липники регулярно відвідують

мартини та крячки (родина Laridae), рибалочка, чапля сіра. Гніздяться тут водяні курочки та лиски.

У 2022–2023 роках ми провели 45 зимових обліків та спостерігали за видами, які належать до шести рядів: Гусеподібні, Соколоподібні, Куроподібні, Голубоподібні, Дятлоподібні, Горобцеподібні.

У 2021 році взимку реєстрували зграї омельюхів, однак у 2022–2023 роках їх тут не виявляли.

Серед птахів, яких не виявляли раніше (2010–2016 рр.), взимку 2022 року спостерігали гаїчку болотяну, синицю чубату, чечітку звичайну, сокола (родина Falconidae), підкоришника короткопалого. У лютому 2023 року спостерігали волове очко.

У с. Солонка та на околицях найбільше представлені Горобцеподібні – 65 % видового різноманіття (дані за 2010–2023 рр.).

Граки, галки та поодинокі сірі ворони трапляються в зимовий період. Вони часто формують змішані зграї. На ночівлі взимку не зупиняються. Розосереджуються птахи по території у пошуках їжі, іноді згуртовуються на короткочасний відпочинок. Ночівлі відбуваються у Львові, а через с. Солонка птахи здійснюють ранкову та вечірню міграцію. Круки, сойки та сороки – гніздові птахи. Трапляються вони в населеному пункті протягом цілого року. Круки понад 10 років тому оселилися на конструкції, розміщеній на верхівці труби діючої котельні. Гніздовий період розпочинають у лютому. Для прикладу, у 2014 році пара круків 6 лютого лагодила та оновлювала минулорічне гніздо. Переселення із попереднього місця гніздування спричинене вирубкою дерев у Липниківському лісництві ДП «Львівліс» в околиці с. Липники.

Чикотень, дрізд чорний, дрізд-омельох та дрізд співочий трапляються щороку. Чикотні та чорні дрозди в зелених насадженнях поблизу житлової забудови гніздяться, у зимові місяці охоче відвідують годівниці, городи та ділянки, де місцеві мешканці утримують свійських тварин.

У багатоквартирних 4- та 5-поверхових будинках й інших будівлях та на їх фасадах гнізда облаштовують горобці, серпокрильці, ластівки, горлиці, горихвістки та сизі голуби. Останні заселяють періодично горища будинків, проте живитися відлітають за межі населеного пункту. Зовнішній шар пінопласту деяких будинків горобці роздзьобують і формують ніші для облаштування власних гнізд. Також гнізда нами виявлені у ліхтарях, на балконах, на трубі котельні, на автомобілях, що довгий час не експлуатуються, у недобудованих спорудах та сараях.

Синиця велика, гаїчка болотяна, синиця чубата, синиця блакитна, синиця чорна, синиця довгохвоста траплялися взимку 2022 та 2023 років. Найчастіше спостерігали синицю велику та блакитну, гаїчку болотяну. Гніздовими є синиця велика, синиця блакитна, гаїчка болотяна.

Повзик, підкоришник звичайний та короткопалый – види, які зареєстровані в зелених насадженнях взимку 2022 та 2023 років. Трапляються птахи на гніздуванні як в межах населеного пункту, так і в околицях.

Снігурів реєстрували численними зграями кожної зими. Концентруються птахи в місцях зростання ясеня, здійснюють вони також добові переміщення до прилеглого дачного масиву. Горобець хатній та польовий, чижі та щиглики – види, яких виявляли щорічно. Костогризи трапляються протягом цілого року. Жовточубих золотомушок і зеленяків виявляли зрідка.

Навесні щорічно поблизу будівель реєстрували горихвістку чорну, плиску білу, зяблика, вільшанку, ластівку сільську та міську. Мухоловки білошия, мала та сіра трапляються в населеному пункті в період гніздування, проте, на відміну від вище згаданих видів, обирають ділянки густо порослі природними чагарниками та зону узлісся.

Шпак звичайний – гніздовий вид. Відмічені випадки його зимівлі. Охоче заселяє штучні гніздівлі в прилеглому дачному масиві.

Сорокопуд сірий трапляється за межами населеного пункту, заселяє чагарники та ділянки із покинутими городами.

Горлиця садова – гніздовий та осілий вид. Припутень із початку 2000-х років влаштовує гнізда на деревах, що зростають біля житлових будинків.

Дятел малий, дятел звичайний, жовна сива та жовна чорна регулярно трапляються в населеному пункті та на його околицях. Це гніздові види в прилеглих лісових масивах. Охоче відвідують дачні ділянки та плодові дерева. На початку лютого 2022 року сиві жовни активно харчувалися промерзлим яблуками на деревах. У закинутому яблуневому саду на гніздуванні в 2017 році виявили крутиголовку.

Одуда за весь час спостережень реєстрували один раз – птах був зайнятий пошуком поживи. Припускаємо, що гніздовий біотоп розміщений у прилеглому дачному масиві.

Зозуля уникає населеного пункту, однак на прилеглих територіях є звичайним видом.

Куріпка сіра взимку досить близько підходить до населеного пункту у пошуках поживи на городах. Прилегли території заселяє рівномірно, є звичайним осілим та гніздовим видом.

Канюки, соколи та яструби гніздяться за межами населеного пункту.

Крижні регулярно відвідують відстійники очисних споруд та каскад водойм за межами с. Солонка. Відомі випадки гніздування поблизу водойм. Птахи трапляються тут протягом усього року. Декілька разів на водоймах-відстійниках реєстрували лебедя-шипуну.

Журавель сірий та лелека білий кожного року реєструються в численних зграях під час осінніх та весняних міграцій. Найближче місце гніздування білого лелеки – с. Ков'ярі.

За період орнітологічних спостережень встановлено, що найбільшою загрозою для птахів є кішки і собаки. Значної шкоди в зелених насадженнях птахам завдають діти. Відомі факти загибелі горобиних птахів в антропогенних пастках (сітки, мотузки). Безконтрольні рубки дерев та кущів протягом року призводять до погіршення гніздових і кормових умов для місцевих видів птахів.

## Висновки

Загалом за період проведення спостережень (2010–2023 рр.) нами виявлено 63 види птахів. Протягом 2010–2016 років гніздувалися представники 46 видів. Якщо порівняти наші дані з інформацією щодо видового різноманіття птахів Львова за 1994 рік (197 видів) [1], то очевидним стає значне скорочення видового складу за останні три десятиліття. У зимові місяці 2022 та у січні-лютому 2023 року спостерігали за такими видами: грак, крук, галка, сойка, сорока, ворона сіра, дрізд чорний, чикотень, дрізд-омелюх, шпак звичайний, снігур, синиця велика, синиця чубата, гаїчка болотяна, синиця блакитна, синиця чорна, синиця довгохвоста, чечітка звичайна, підкоришники звичайний та короткопалий, повзик, чиж, щиглик, горобець польовий, горобець хатній, костогриз, золотомушка жовточуба, волове очко, горлиця садова, голуб сизий, дятел малий, дятел звичайний, жовна сива, канюк звичайний, яструб, сокіл, куріпка сіра, крижень. За останні два зимові сезони в межах населеного пункту виявлено 39 видів птахів.

Встановлено, що на кількісний склад і видове багатство впливають фрагментація середовища та господарські заходи. У різні роки їхня інтенсивність є не однаковою. Зокрема, це будівельні роботи, реконструкція будівель, вирубування дерев та кущів, інші заходи. Прилегли лісові й дачні масиви, закинуті городи й сади, очисні споруди, декоративні насадження забезпечують пташине населення кормовими, захисними та гніздовими умовами. Вагомою загрозою для птахів є антропогенні пастки, кішки й собаки, а також діти та підлітки, які знищують гнізда та відловлюють тварин. Із позитивного впливу людини слід відмітити зимову підгодівлю та, зрідка, облаштування штучних гніздівель.

1. Бокотей А. А. Видовий склад і чисельність орнітофауни м. Львова. *Наукові записки Державного природознавчого музею НАН України*. 1994. Т. 11. С. 5–15.
2. Бокотей А. А. Гніздова орнітофауна міста Львова та основні причини її змін (за результатами складання гніздових атласів птахів у 1994–1995 та 2005–2007 рр.). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*. 2008. Вип. 23. С. 17–25.
3. Бокотей А. А. Динаміка гніздової орнітофауни селітебної частини Львова за період між 2006 і 2018 роками. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2020. Вип. 36. С. 95–106. DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdp.2020.36.95-106>



4. Кузьо Г. Сучасний стан і перспективи досліджень орнітофауни передмість міста Львова. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Вип. 72. С. 3–14.
5. Паламаренко О. В. Земноводні, плазуни та птахи села Солонка на Львівщині. *Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем*: матер. 66-ї наук.-технн. конф. професорсько-викладацького складу, наук. працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2015 р. Львів : РВВ НЛТУ України, 2016. С. 90–93.
6. Паламаренко О. В. Зимова орнітофауна військового містечка Солонка на Львівщині. *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень*: матер. I Міжнар. наук.-практ. конф. (Хотин, 10–12 квіт. 2014 р.). Чернівці : Друк Арт, 2014. С. 204–206.
7. Різун Е. М. Оптимізація умов існування наземних хребетних у приміських і міських насадженнях : автореф. дис....канд. с.-г. наук. Львів, 2003. 19 с.
8. Різун Е. М. Особливості гніздування птахів у парках центральної частини Львова. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2006. Вип. 31. С. 282–285.
9. Фесенко Г. В., Бокотей А. А. Птахи фауни України: польовий визначник. Київ, 2002. 416 с.

## References

1. Bokotei A. A. Vydovyi sklad i chyselnist ornitofauny m. Lvova. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu NAN Ukrainy*. 1994. T. 11. S. 5–15. [in Ukrainian]
2. Bokotei A. A. Hnizdova ornitofauna mista Lvova ta osnovni prychny yii zmin (za rezultatamy skladannia hnizdovykh atlasiv ptakhiv u 1994–1995 ta 2005–2007 rr.). *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: Biolohiia*. 2008. Vyp. 23. S. 17–25. [in Ukrainian]
3. Bokotei A. A. Dynamika hnizdovoi ornitofauny selitebnoi chastyny Lvova za period mizh 2006 i 2018 rokamy. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu*. 2020. Vyp. 36. S.95–106. DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.95-106> [in Ukrainian]
4. Kuzo H. Suchasnyi stan i perspektyvy doslidzhen ornitofauny predmist mista Lvova. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii biologichna*. 2016. Vyp. 72. S. 3–14. [in Ukrainian]
5. Palamarenko O. V. Zemnovodni, plazuny ta ptakhy sela Solonka na Lvivshchyni. *Naukovi osnovy pidvyshchennia produktyvnosti ta biologichnoi stiykosti lisovykh ta urbanizovanykh ekosystem*: mater. 66-i nauk.-tekhn. konf. profesorsko-vykladatskoho skladu, nauk. pratsivnykiv, doktorantiv ta aspirantiv za pidsumkamy naukovoi diialnosti u 2015 r. Lviv : RVV NLTU Ukrainy, 2016. S. 90–93. [in Ukrainian]
6. Palamarenko O. V. Zymova ornitofauna viiskovoho mistechka Solonka na Lvivshchyni. *Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen*: mater. I Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Khotyn, 10–12 kvit. 2014 r.). Chernivtsi : Druk Art, 2014. S. 204–206. [in Ukrainian]
7. Rizun E. M. Optymizatsiia umov isnuvannia nazemnykh khrebetnykh u prymiskykh i miskykh nasadzheniakh : avtoref. dys....kand. s.-h. nauk. Lviv, 2003. 19 s. [in Ukrainian]
8. Rizun E. M. Osoblyvosti hnizduvannia ptakhiv u parkakh tsentralnoi chastyny Lvova. *Lisove hospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovisht*. Vyp. 31. 2006. S. 282–285. [in Ukrainian]
9. Fesenko H. V., Bokotei A. A. Ptakhy fauny Ukrainy: polovyi vyznachnyk. Kyiv, 2002. 416 s. [in Ukrainian]

*O. V. Palamarenko, E. M. Rizun*

Ukrainian National Forestry University, Ukraine

## AVIFAUNA OF SOLONKA VILLAGE IN LVIV OBLAST: ANALYSIS OF OBSERVATIONS FOR 2010-2023

This article analyzes the avifauna species in Solonka village, a distinct area situated on Povitriana Street, located on the southern outskirts of Lviv city. Data on bird species diversity were collected throughout different seasons from 2010 to 2023. Over this period, a total of 63 bird species were observed. Between 2010 and 2016, there were 46 nesting species. Anthropogenic factors significantly influence the species diversity and population of birds in Solonka village. Gardens, summer cottages, areas adorned with fruit trees, sewage treatment plants, and ornamental plantings near houses provide birds with food, shelter, and nesting opportunities. The primary causes of mortality among both young and adult birds each year are the presence of a large number of stray cats and dogs. During the winter months, local residents actively feed passerine birds. Additionally, each year, some nests and chicks are unintentionally disturbed by children and teenagers. The avian population in the area is predominantly composed of small birds that inhabit trees and shrubs. From 2022 to 2023, we observed birds belonging to six orders: Anserinae (Anseriformes), Falconidae (Falconiiformes),

Galliformes (Galliformes), Columbidae (Columbiformes), Woodpeckers (Piciformes), Old world sparrows (Passeriformes). In 2021, The Bohemian waxwing (*Bombycilla garrulous* Linnaeus, 1758) were observed. They were registered in separate winters. In the winter of 2022, for the first time during 13 years of observations, the marsh tit (*P. palustris* Linnaeus, 1758), the crested tit (*P. cristatus* Linnaeus, 1758), the common redpoll (*Acanthis flammea* Linnaeus, 1758) and the short-toed brachydactyla (*C. brachydactyla* Brehm, 1820) and the falcon (Falconidae). Martins and terns (Laridae), the common kingfisher (*Alcedo atthis* Linnaeus, 1758), and gray heron (*Ardea cinerea* Linnaeus, 1758) regularly visit reservoirs in the vicinity of Solonka village. The listed species do not nest here. The common moorhen (*Gallinula chloropus* Linnaeus, 1758) and Eurasian coots (*Fulica atra* Linnaeus, 1758) nest in the ponds every year. There are known cases of mallard nesting. After 2010 jackdaws and owls stopped nesting on the surveyed territory.

The migration route of the gray crane (*Grus grus* Linnaeus, 1758) and the white stork (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758) passes through the territory of Solonka village, where these birds are regularly observed during both autumn and spring migrations.

In general, the number of bird species observed in the area of Solonka village is lower than that in the residential area of Lviv. In Lviv, a total of 84 bird species were recorded between 2006 and 2018. In contrast, our surveys in the Solonka village area have documented only 63 species of birds. This indicates a difference of 20 bird species between the two locations we studied. Our observations span the period from 2010 to 2023.

To put this into perspective, in 1994, Lviv was home to 197 bird species. This significant decrease in species diversity over the last three decades can be attributed to various factors, with one of the most prominent being the substantial transformation of biotopes.

*Key words: birds, distribution, nesting, wintering, risks.*

Надійшла 27.01.2023.

УДК 502.59/591

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.4

М. О. ШТОГРИН, І. Я. ДОВГАНЮК, А. О. ШТОГУН

Національний природний парк «Кременецькі гори»  
вул. Осовиця, 12, Кременець, Тернопільська область  
e-mail: npp\_kremgory@ukr.net

## **РАРИТЕТНА СКЛАДОВА ФАУНИ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «КРЕМЕНЕЦЬКІ ГОРИ»**

У статті наведено дані щодо видів тварин, які мають природоохоронний статус та були зафіксовані на території національного природного парку «Кременецькі гори» протягом 2012 – I півріччя 2023 років. Згідно з літературними джерелами та сучасними дослідженнями у Літописі природи Парку вказано 55 видів, що знаходяться під протекцією Червоної книги України, з них 42 є достовірно підтвердженими.

*Ключові слова: національний природний парк «Кременецькі гори», Червона книга України, рідкісні види, фауна.*

Сучасна стратегія охорони живої природи передбачає збереження не тільки рідкісних, а й практично всіх решти видів організмів, кожен із яких має неповторний генофонд і становить цінність для всього людства. При цьому слід урахувати й більш прагматичний бік справи: кожен вид живої істоти є природною ланкою в крихких і різного ступеня вразливих екосистемах біосфери [19]. Охорона, захист та вивчення біологічного різноманіття є важливою

Galliformes (Galliformes), Columbidae (Columbiformes), Woodpeckers (Piciformes), Old world sparrows (Passeriformes). In 2021, The Bohemian waxwing (*Bombycilla garrulous* Linnaeus, 1758) were observed. They were registered in separate winters. In the winter of 2022, for the first time during 13 years of observations, the marsh tit (*P. palustris* Linnaeus, 1758), the crested tit (*P. cristatus* Linnaeus, 1758), the common redpoll (*Acanthis flammea* Linnaeus, 1758) and the short-toed brachydactyla (*C. brachydactyla* Brehm, 1820) and the falcon (Falconidae). Martins and terns (Laridae), the common kingfisher (*Alcedo atthis* Linnaeus, 1758), and gray heron (*Ardea cinerea* Linnaeus, 1758) regularly visit reservoirs in the vicinity of Solonka village. The listed species do not nest here. The common moorhen (*Gallinula chloropus* Linnaeus, 1758) and Eurasian coots (*Fulica atra* Linnaeus, 1758) nest in the ponds every year. There are known cases of mallard nesting. After 2010 jackdaws and owls stopped nesting on the surveyed territory.

The migration route of the gray crane (*Grus grus* Linnaeus, 1758) and the white stork (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758) passes through the territory of Solonka village, where these birds are regularly observed during both autumn and spring migrations.

In general, the number of bird species observed in the area of Solonka village is lower than that in the residential area of Lviv. In Lviv, a total of 84 bird species were recorded between 2006 and 2018. In contrast, our surveys in the Solonka village area have documented only 63 species of birds. This indicates a difference of 20 bird species between the two locations we studied. Our observations span the period from 2010 to 2023.

To put this into perspective, in 1994, Lviv was home to 197 bird species. This significant decrease in species diversity over the last three decades can be attributed to various factors, with one of the most prominent being the substantial transformation of biotopes.

*Key words: birds, distribution, nesting, wintering, risks.*

Надійшла 27.01.2023.

УДК 502.59/591

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.4

М. О. ШТОГРИН, І. Я. ДОВГАНЮК, А. О. ШТОГУН

Національний природний парк «Кременецькі гори»  
вул. Осовиця, 12, Кременець, Тернопільська область  
e-mail: npp\_kremgory@ukr.net

## **РАРИТЕТНА СКЛАДОВА ФАУНИ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «КРЕМЕНЕЦЬКІ ГОРИ»**

У статті наведено дані щодо видів тварин, які мають природоохоронний статус та були зафіксовані на території національного природного парку «Кременецькі гори» протягом 2012 – I півріччя 2023 років. Згідно з літературними джерелами та сучасними дослідженнями у Літописі природи Парку вказано 55 видів, що знаходяться під протекцією Червоної книги України, з них 42 є достовірно підтвердженими.

*Ключові слова: національний природний парк «Кременецькі гори», Червона книга України, рідкісні види, фауна.*

Сучасна стратегія охорони живої природи передбачає збереження не тільки рідкісних, а й практично всіх решти видів організмів, кожен із яких має неповторний генофонд і становить цінність для всього людства. При цьому слід урахувати й більш прагматичний бік справи: кожен вид живої істоти є природною ланкою в крихких і різного ступеня вразливих екосистемах біосфери [19]. Охорона, захист та вивчення біологічного різноманіття є важливою

складовою роботи науково-дослідного відділу національного природного парку «Кременецькі гори». Головним критерієм збереження є види, які перебувають під загрозою зникнення в глобальному масштабі (включені до «Червоної книги МСОП», додатків міжнародних природоохоронних конвенцій) та занесені до національних списків (Червоної книги України, Зеленої книги України, списків регіонально-рідкісних рослин).

Мета роботи: у новій редакції Червоної книги України [18] відбулися певні зміни, тому варто навести знахідки рідкісних видів на території Парку протягом 2012 – I півріччя 2023 року, що знаходяться під її протекцією, та підтвердити їх знахідки.

### Матеріали та методи досліджень

Національний природний парк «Кременецькі гори» створений у 2009 році, проте офіційно свою діяльність розпочав у 2012 році на площі 6951,2 га. До цього часу частина території, а саме 1000 га, була під протекцією природного заповідника «Медобори», що сприяло не лише збереженню унікальних оселищ, а й вивченню фауністичного різноманіття (Я. Капелюх [5], В. Різун [16], Т. Яницький [24], А. Байдашников [1], І. Майхрук [17], С. Сторожук [20] та ін.). З початком роботи Парку ці дослідження розширилися. Окрім науково-дослідного відділу, інженера з захисту тваринного світу служби державної охорони (М. Троцюк) та працівників трьох природоохоронних науково-дослідних відділень, до вивчення фауни залучалися фахівці та науковці з інших наукових установ: у 2012 р. видовий склад метеликів, бабок та павуків вивчав Є. Сингаєвський [6]; у 2013 році орнітофауну Парку досліджували аспіранти О. Чован та В. Казанник (Київський національний університет ім. Т. Шевченка) [7, 22], дрібних ссавців – А. Онішук [7]; у 2014 р. студенти кафедри зоології ННЦ «Інститут біології» КНУ ім. Т. Шевченка М. Ковальов, А. Місячна, Г. Стецун вивчали різноманітність комах [8]; з 2016 р. по 2018 р. орнітофауну Парку досліджував М. Троцюк [9–11]; у 2017 р. малакофауну Кременецьких гір вивчала К. Рибка [10]; у 2018–2019 рр. облік рукокрилих здійснювали Л. Годлевська та М. Савченко з колегами (Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України) [2, 11, 12]; у 2019 р. жуків-вусачів вивчав А. Заморока (Прикарпатський університет ім. В. Стефаніка) [25, 26]; у 2020 р. С. Клименко (Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України) досліджувала ентомофагів галоутворювачів [13], В. Назаренко – склад довгоносікоподібних жуків; з 2020 року і до тепер дослідження орнітофауни Парку здійснює П. Гринюк (НПП «Північне Поділля») [3, 13–15]; у 2021 р. С. Питель-Гута та І. Скрипан вивчали перетинчасті види комах [14]; О. Жовнерчук – рослиноїдні кліщі [15]. Звіти щодо їх досліджень внесені до Літописів природи Парку.

### Результати досліджень та їх обговорення

На території Парку та прилеглих площах, згідно з літературними джерелами, дослідженнями науковців та власними спостереженнями [4, 23], зафіксовано 796 видів тварин, із них земноводних – 12, плазунів – 7, птахів – 155, ссавців – 48, круглороті – 1, комах – 484 види та моллюсків – 60 видів.

Під протекцією українських та міжнародних природоохоронних документів перебуває 217 видів. До Червоної книги України включено 55 видів. Відповідно до конвенції про охорону флори, фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 р.) на території Парку є 204 види тварин. Під охороною Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни та флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES, Вашингтон, 1979), знаходиться 24 види тварин, із них 21 вид птахів та два види ссавців. До списку Міжнародного союзу охорони природи (МСОП, м. Гланд, Швейцарія) належить 10 видів тварин та 17 видів – до Європейського червоного списку видів тварин і рослин, що знаходяться під загрозою зникнення у світовому масштабі. До додатків конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин (Бонн, Німеччина) включено 63 види тварин [15, 21].

Список зафіксованих видів на території Парку, що знаходяться під протекцією Червоної книги України:

1. *Plicuteria lubomirskii* (Slosarski, 1881) – Волохатик Любомирського. Статус: ЧКУ – рідкісний. Сучасні знахідки: г. Дівочі скелі. К. Рибка (2017 р.).

2. *Granaria frumentum* Draparnaud, 1801 – Бескидниця сутінкова. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Сучасні знахідки: г. Дівочі скелі. К. Рибка (2017 р.).
3. *Calopteryx virgo* Linnaeus, 1758 – Красуня-діва. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Сучасні знахідки: г. Вовча, г. Сокілля. Є. Сингаєвський (2012 р.); с. Лішня. І. Довганюк (2021 р.).
4. *Anax imperator* Leach, 1815 – Дозорець-імператор. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Сучасні знахідки: г. Уніас. Є. Сингаєвський (2012 р.); с. Лішня. І. Довганюк (2021 р.).
5. *Parnassius mnemosyne* Linnaeus, 1758 – Мнемозина. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II, ЄС – вивчається. Сучасні знахідки: г. Уніас (2017 р.); с. Веселівка. І. Довганюк (2018 р.).
6. *Saturnia pyri* Denis et Schiffermüller, 1775 – Сатурнія велика. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: с. Великі Бережці. І. Довганюк (2018 р.).
7. *Apatura iris* Linnaeus, 1758 – Райдужниця велика. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: г. Вовча. Є. Сингаєвський (2012 р.); Кременецька бучина 1, г. Сокілля. І. Довганюк (2018 р.).
8. *Limenitis populi* Linnaeus, 1758 – Стрічкарка тополева. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Сучасні знахідки: с. Веселівка, с. Стіжок. М. Ковальов (2014 р.); г. Вовча. І. Довганюк (2019 р.).
9. *Catocala sponsa* Linnaeus, 1767 – Стрічкарка орденська малинова. Статус: ЧКУ – рідкісний. Сучасні знахідки: підніжжя г. Дівочі скелі. І. Довганюк (2017 р.).
10. *Aromia moschata* Linnaeus, 1758 – Вусач мускусний. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Сучасні знахідки: м. Кременець. О. Дух (2018 р.), Г. Пурдик (2020 р.).
11. *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 – Жук-олень, рогач. Статус: ЧКУ – рідкісний. Бернська конвенція – Додаток III. Сучасні знахідки: с. Веселівка (2016 р.); м. Кременець, підніжжя г. Дівочі скелі (2018 р.), Кременецький ботанічний сад. І. Довганюк (2020 р.); м. Кременець. О. Фещук (2023 р.).
12. *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872 – Ксилокопа звичайна. Статус: ЧКУ – рідкісний. МСОП – LC. Сучасні знахідки: м. Кременець (Адміністрація Парку), г. Вовча, Маслятин. І. Довганюк (2016–2023 рр.).
13. *Eudontomyza mariae* Berg, 1931 – Мінога українська. Статус: ЧКУ – зникаючий, Бернська конвенція – Додаток III, ЄС – V\*. Сучасні знахідки: с. Лішня. М. Троцюк (2017 р.).
14. *Triturus cristatus* Laurenti, 1768 – Тритон гребінчастий. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: околиці м. Кременець. А. Васірук (2020 р.).
15. *Lacerta viridis* Laurenti, 1768 – Ящірка зелена. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: г. Вовча. І. Довганюк (2016 р.); г. Дівочі скелі, с. Вілія. М. Троцюк (2017 р.).
16. *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 – Мідянка звичайна. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: околиці г. Дівочі скелі, г. Гостра – М. Троцюк (2017 р.), підніжжя г. Маслятин. Б. Мальчевський (2022 р.).
17. *Ciconia nigra* Linnaeus, 1758 – Лелека чорний. Статус: ЧКУ – рідкісний. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Боннська конвенція – Додаток I, II. СІТЕS – Додаток II. Сучасні знахідки: берег р. Іква с. Сапанів – М. Троцюк (2017 р.), околиці с. Великі Бережці (2019 р.), с. Лосятин. М. Штогрин (2020 р.).
18. *Circus cyaneus* Linnaeus, 1766. Лунь польовий. Статус: ЧКУ – рідкісний. Бернська конвенція – Додаток II. Боннська конвенція – Додаток I, II. СІТЕS – Додаток II. Сучасні знахідки: підніжжя г. Гостра. М. Троцюк (2017 р.).
19. *Aquila pomarina* Brehm, 1831 – Підорлик малий. Статус: ЧКУ – рідкісний. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Боннська конвенція – Додаток I, II. СІТЕS – Додаток II. Сучасні знахідки: околиці г. Уніас. М. Троцюк (2017 р.), П. Гринюк (2021 р.).
20. *Circaetus gallicus* Gmelin, 1788. Зміїд. Статус: ЧКУ – рідкісний. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Боннська конвенція – Додаток I, II. СІТЕS – Додаток II. Сучасні

- знахідки: піжніжжя г. Вовча, г. Уніас. М. Троцюк (2017 р.), околиці г. Уніас. П. Гринюк (2020 р.).
21. *Columba oenas* Linnaeus, 1758 – Голуб-синяк. Статус: ЧКУ – рідкісний. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток III. Сучасні знахідки: г. Маслятин, г. Данилова. М. Троцюк (2017 р.), околиці г. Вовча. П. Гринюк (2021 р.).
  22. *Bubo bubo* Linnaeus, 1758 – Пугач. Статус: ЧКУ – рідкісний. Бернська конвенція – Додаток II. CITES – Додаток II. Сучасні знахідки: с. Іква. В. Курницький (2017 р.).
  23. *Asio flammeus* Pontoppidan, 1763 – Сова болотяна. Статус: ЧКУ – рідкісний. Бернська конвенція – Додаток II. CITES – Додаток II. Сучасні знахідки: с. Антонівці. М. Троцюк (2017 р.).
  24. *Strix uralensis* Pallas, 1771 – Сова довгохвоста. Статус: ЧКУ – недостатньо відомий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: Білокриницький загальнозоологічний заказник. М. Штогрин, А. Штогун, І. Довганюк (2020 р.).
  25. *Picus viridis* Linnaeus, 1758 – Жовна зелена. Статус: ЧКУ – вразливий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: Кременецький ботанічний сад – М. Троцюк (2017 р.), Кременецька бучина 2. А. Штогун, І. Бобрик, І. Довганюк (2018 р.).
  26. *Regulus ignicapillus* Temminck, 1820 – Золотомушка червоночуба. Статус: ЧКУ – недостатньо відомий. МСОП – LC. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: г. Божа, Скелі Словацького. П. Гринюк (2020 р.).
  27. *Lanius excubitor* Linnaeus, 1758 – Сорокопуд сірий. Статус: ЧКУ – рідкісний. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: підніжжя г. Гостра. М. Троцюк (2017 р.); околиці с. Лішня. І. Довганюк (2023 р.).
  28. *Myotis myotis* Borkhausen, 1797 – Нічниця велика. Статус: ЧКУ – вразливий. Бернська конвенція – Додаток II. Боннська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  29. *Myotis bechsteinii* Kuhl, 1817 – Нічниця довговуха. Статус: ЧКУ – зникаючий. Бернська конвенція – Додаток II. Боннська конвенція – Додаток II., МСОП – NT, ЕС – VU. Сучасні знахідки: г. Дівочі скелі, Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  30. *Myotis nattereri* Kuhl, 1817 – Нічниця Наттерера. Статус: ЧКУ – зникаючий. Сучасні знахідки: Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  31. *Myotis dasycneme* Voie, 1825 – Нічниця ставкова. Статус: ЧКУ – зникаючий. Сучасні знахідки: Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2018, 2019 р.).
  32. *Myotis* cf. *mystacinus* Kuhl, 1817 – Нічниця вусата. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  33. *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817) – Нічниця водяна. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: г. Дівочі скелі, Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  34. *Myotis alcathoe* von Helversen et Heller – Нічниця мала. Статус: ЧКУ – зникаючий. Сучасні знахідки: Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  35. *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) – Вухань бурий. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: г. Дівочі скелі. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  36. *Barbastella barbastellus* Schreber, 1774 – Широковух європейський. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: Кременецькі каменеломні, г. Дівочі скелі. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  37. *Nyctalus noctula* Schreber, 1774 – Вечірниця руда. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: м. Кременець, г. Дівочі скелі. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  38. *Pipistrellus pygmaeus* Leach, 1825 – Нетопир пігмей. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: г. Дівочі скелі. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  39. *Eptesicus serotinus* Schreber, 1774 – Кажан пізній. Статус: ЧКУ – вразливий. Сучасні знахідки: м. Кременець (2018 р.); Кременецькі каменеломні. Л. Годлевська, М. Савченко (2019 р.).
  40. *Mustela putorius* L., 1758 – Тхір лісовий. Статус: ЧКУ – рідкісний. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: с. Вілія. М. Троцюк (2017 р.).

41. *Lutra lutra* L., 1758 – Видра річкова. Статус: ЧКУ – вразливий. Бернська конвенція – Додаток II. CITES – Додаток II. МСОП – NT, ЄС – NT. Сучасні знахідки: с. Іква. М. Троцюк (2017 р.).
42. *Alces alces* L., 1758 – Лось європейський. Статус: ЧКУ – вразливий. Бернська конвенція – Додаток II. Сучасні знахідки: Стіжоцьке лісництво. Р. Войтюк (2023 р.).

### Висновки

Офіційно до списку Літопису природи Парку внесено 55 видів, які занесені до «Червоної книги України». За час роботи Парку з 2012 по I півріччя 2023 року зафіксовано 42 види. Лише з літературних джерел відомі 12 видів, а саме: мишівка лісова *Sicista betulina* Pallas, 1779, хом'як звичайний *Cricetus cricetus* L., 1758, горностаї *Mustela erminea* L. 1758, соня садова *Eliomys quercinus* L., 1766, скеляр строкатий *Monticola saxatilis* L., 1766, сиворакша *Coracias garrulus* L., 1758, нерозень *Anas strepera* L., 1758, чернь білоока *Aythya nyroca* Guldenstadt, 1770, підорлик великий *Aquila clanga* Pallas, 1811, сипуха *Tyto alba* Scopoli, 1769, стрічкарка велика червона *Catocala dilecta* Hübner, 1808, вусач великий дубовий західний *Cerambyx cerdo* L., 1758. На нашу думку, ксилокопу фіолетову *Xylocopa violacea* L., 1758 у 2016 році в список фауни Парку було додано помилково, оскільки візуально цей вид схожий з ксилокопою звичайною *Xylocopa valga*.

Надалі необхідно здійснювати постійні моніторингові дослідження безхребетних та хребетних видів на всій території Парку, а також околиць із залученням фахівців з інших науково-дослідних установ.

1. Байдашников А. А. Наземные моллюски (Gastropoda, Pulmonata) заповедника «Медоборы» (Подольская возвышенность). *Вестн. зоол.* 2002. Вып. 36, № 2. С. 73–76.
2. Годлевська Л., Савченко М. Рукокрилі національного парку «Кременецькі гори». Перша знахідка *Myotis alcathoe* в Тернопільській області. *Нотатки сучасної біології.* 2022. № 1 (1). С. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-1-1-8>.
3. Гринюк П. Гніздова орнітофауна лісових біотопів національного природного парку «Кременецькі гори». *Досвід організації та функціонування об'єктів природнозаповідного фонду Волино-Поділля: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (Кременець, 25–26 трав. 2023 року).* Кременець, 2023. С. 46–50.
4. Довганюк І. Я. «Червонокнижні» види тварин на території національного природного парку «Кременецькі гори» та його околицях: матеріали до 4-го видання Червоної книги України. *Тваринний світ.* Т. 3. (Серія «Conservation Biology in Ukrainian». Вип. 7.). Київ, 2019. С. 122–124.
5. Капелюх Я. І. Особливості орнітофауни заповідника «Медобори» та його околиць. *Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття: матер. наук. конференції присвяченої 75-річчю Канівського природного заповідника (Канів, 8–10 верес. 1998 р.).* Канів, 1998. С. 188.
6. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2012. Том 1. 250 с.
7. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2013. Том 2. 262 с.
8. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2014. Том 3. 297 с.
9. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2016. Том 5. 260 с.
10. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2017. Том 6. 346 с.
11. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2018. Том 7. 330 с.
12. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2019. Том 8. 342 с.
13. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2020. Том 9. 371 с.
14. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2021. Том 10. 339 с.
15. Літопис природи НПП «Кременецькі гори», 2023. Том 11. 242 с.
16. Літопис природи ПЗ «Медобори». Книга 4. 1997. 222 с.
17. Майхрук М. І. Деякі спостереження за чисельністю птахів в лісах заповідника «Медобори». *Пробл. становл. і функц. новоствор. запов.* Гримаїлів, 1995. С. 57–58.
18. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) : Наказ від 19.01.2021 р. № 29.
19. Проценко Л. Д. Збереження біорізноманіття в лісах гармонізація законодавства України та Європейського Союзу щодо природоохоронних територій. URL: [https://www.enpifleg.org/site/assets/files/1890/analysis\\_](https://www.enpifleg.org/site/assets/files/1890/analysis_)

- of\_special\_protection\_natural\_areas\_law\_framework\_and\_developed\_proposals\_for\_harmonization\_of\_framework\_between\_uk.pdf (дата звернення: 30.05.2023).
20. Сторожук С., Капелюх Я. Особливості фауни заповідника «Медобори». *Медобори і духовна культура давніх, середньовічних слов'ян: до 150-річчя виявл. збруцького «Святовита»: мат. наук. конф.* (8–9 жовт. 1998 р.). Гримайлів. Л. : Місіонер, 1998. С.14–17.
  21. Фауна України: охоронні категорії. Довідник / за ред. О. Годлевська, Г. Фесенко. Видання II, перероблене та доповнене. Київ, 2010. 80 с.
  22. Чован О. О., Казанник В. В., Гоцкалюк Л. О., Бобрик І. В. До весняно-літньої орнітофауни національного природного парку «Кременецькі гори» (Тернопільська область): матер. Міжнар. наук.-практ. конференції до 30-річчя створення Шацького НПП (23–25 квіт. 2014 р.). URL: [http://elibrary.kubg.edu.ua/8202/1/O\\_Chovan\\_V\\_Kazannuk\\_](http://elibrary.kubg.edu.ua/8202/1/O_Chovan_V_Kazannuk_) (дата звернення: 30.05.2023).
  23. Штогрин М. О., Довганюк І. Я. Знахідки рідкісних видів тварин на території національного природного парку «Кременецькі гори». *Знахідки видів рослин, тварин та грибів, що знаходяться під охороною в Україні*. Вип. 19. Київ, 2020. С. 646–649.
  24. Яницький Т. П. Жуки-златки (Coleoptera, Vuprestidae) природно-заповідних територій Поділля: перспективи досліджень. *Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття. Збірник наукових праць*. Гримайлів, 2003. С. 551–556.
  25. Dovhaniuk I. Ya., Zamoroka A. M. The longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of National Park «Kremenetski Hory». *Proceedings of the State Natural History Museum*. Lviv, 2020. Issue 36. P. 129–140.
  26. Zamoroka A., Panin R. Yu., Kapelukh Ya. I., Podobivskiy S. S. The catalogue of the longhorn beetles (Coleoptera:Cerambycidae) of western Podillya, Ukraine. *Mun. Ent. Zool.* 2012. Vol. 7, No. 2. P. 1145–1177.

## References

1. Baidashnykov A. A. Nazemnye moliusky (Gastropoda, Pulmonata) zapovednyka «Medobory» (Podolskaia vozvyshenost). *Vestn. zool.* 2002. Vyp. 36, № 2. S. 73–76. [in Russian]
2. Hodlevska L., Savchenko M. Rukokryli natsionalnogo parku «Kremenetski hory». Persha znakhidka *Myotis alcathoe* v Ternopilskii oblasti. *Notatky suchasnoi biolohii*. 2022. № 1 (1). S. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-1-1-8>. [in Ukrainian]
3. Hryniuk P. Hnizdova ornitofauna lisovykh biotopiv natsionalnogo pryrodnoho parku «Kremenetski hory». *Dosvid orhanizatsii ta funktsionuvannia ob'ektiv pryrodnozapovidnoho fondu Volyno-Podillia: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf.* (Kremenets, 25–26 travn. 2023 r.). Kremenets, 2023. С. 46–50. [in Ukrainian]
4. Dovhaniuk I. Ya. «Chervonoknyzhni» vydy tvaryn na terytorii natsionalnogo pryrodnoho parku «Kremenetski hory» ta yoho okolytsiakh: materialy do 4-ho vydannia Chervonoï knyhy Ukrainy. *Tvarynni svit*. T. 3. (Serii «Conservation Biology in Ukrainian». Vyp. 7.). Kyiv, 2019. S. 122–124. [in Ukrainian]
5. Kapeliukh Ya. I. Osoblyvosti ornitofauny zapovidnyka «Medobory» ta yoho okolyts. *Rol okhoroniuvanykh pryrodnykh terytorii u zberezheni bioriznomanittia: mater. nauk. konferentsii prysviachenoï 75-richchiu Kanivskoho pryrodnoho zapovidnyka* (Kaniv, 8–10 veres.1998 r.). Kaniv, 1998. S. 188. [in Ukrainian]
6. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2012. Tom 1. 250 s. [in Ukrainian]
7. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2013. Tom 2. 262 s. [in Ukrainian]
8. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2014. Tom 3. 297 s. [in Ukrainian]
9. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2016. Tom 5. 260 s. [in Ukrainian]
10. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2017. Tom 6. 346 s. [in Ukrainian]
11. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2018. Tom 7. 330 s. [in Ukrainian]
12. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2019. Tom 8. 342 s. [in Ukrainian]
13. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2020. Tom 9. 371 s. [in Ukrainian]
14. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2021. Tom 10. 339 s. [in Ukrainian]
15. Litopys pryrody NPP «Kremenetski hory», 2023. Tom 11. 242 s. [in Ukrainian]
16. Litopys pryrody PZ «Medobory». Knyha 4. Hrymailiv, 1997. 222 s. [in Ukrainian]
17. Maikhruk M. I. Deiaki sposterezhennia za chyselnistiu ptakhiv v lisakh zapovidnyka «Medobory». *Probl. stanovl. i funkts. novostvor. zapov.* Hrymailiv, 1995. S. 57–58. [in Ukrainian]
18. Pro zatverdzhennia perelikiv vydiv tvaryn, shcho zanosiat'sia do Chervonoï knyhy Ukrainy (tvarynni svit), ta vydiv tvaryn, shcho vykliucheni z Chervonoï knyhy Ukrainy (tvarynni svit) : Nakaz vid 19.01.2021 r. № 29. [in Ukrainian]
19. Protsenko L. D. Zberezheni bioriznomanittia v lisakh harmonizatsiia zakonodavstva Ukrainy ta Yevropeiskoho Soiuzu shchodo pryrodookhoronnykh terytorii. URL: [https://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/1890/analysis\\_](https://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/1890/analysis_)
- 30 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2023. Т. 83, № 1–2



- of\_special\_protection\_natural\_areas\_law\_framework\_and\_developed\_proposals\_for\_harmonization\_of\_framework\_between\_uk.pdf (data zwernennia: 30.05.2023). [in Ukrainian]
20. Storozhuk S., Kapeliukh Ya. Osoblyvosti fauny zapovidnyka «Medobory». *Medobory i dukhovna kultura davnikh, serednovichnykh sloviań: do 150-richchia vyivl. zbrutskoho «Sviatovyta»: mat. nauk. konf. (8–9 zhovt. 1998 r.)*. Hrymailiv. L. : Misioner, 1998. S. 14–17. [in Ukrainian]
  21. Fauna Ukrainy: okhoronni katehorii. Dovidnyk / za red. O. Hodlevska, H. Fesenko. Vydannia II, pereroblene ta dopovnene. Kyiv, 2010. 80 s. [in Ukrainian]
  22. Chovan O. O., Kazannyk V. V., Hotskaliuk L. O., Bobryk I. V. Do vesniano-litnoi ornitofauny natsionalnogo pryrodnoho parku «Kremenetski hory» (Ternopilska oblast): mater. Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii do 30-richchia stvorennia Shatskoho NPP (23–25 kvit. 2014 r.) URL: [http://elibrary.kubg.edu.ua/8202/1/O\\_Chovan\\_V\\_Kazannyk\\_](http://elibrary.kubg.edu.ua/8202/1/O_Chovan_V_Kazannyk_) (data zwernennia: 30.05.2023). [in Ukrainian]
  23. Shtohryn M. O., Dovhaniuk I. Ya. Znakhidky ridkisykh vydiv tvaryn na terytorii natsionalnogo pryrodnoho parku «Kremenetski hory». *Znakhidky vydiv roslyn, tvaryn ta hrybiv, shcho znakhodiatsia pid okhoronoiu v Ukraini*. Vyp. 19. Kyiv, 2020. S. 646–649. [in Ukrainian]
  24. Yanytskyi T. P. Zhuky-zlatky (Coleoptera, Buprestidae) pryrodno-zapovidnykh terytorii Podillia: perspektyvy doslidzhen. *Rol pryrodno-zapovidnykh terytorii Zakhidnoho Podillia ta Yury Oitsovskoi u zberezheni biolohichnoho ta landshaftnoho riznomanittia*. Zbirnyk naukovykh prats. Hrymailiv, 2003. S. 551Y556. [in Ukrainian]
  25. Dovhaniuk I. Ya., Zamoroka A. M. The longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of National Park «Kremenetski Hory». *Proceedings of the State Natural History Museum. Lviv, 2020. Issue 36. P. 129–140.*
  26. Zamoroka A., Panin R., Kapelukh Ya., Podobivskii S. The catalogue of the longhorn beetles (Coleoptera:Cerambycidae) of western Podillya, Ukraine. *Mun. Ent. Zool.* 2012. Vol. 7, No. 2. P. 1145–1177.

*M. O. Shtohryn, I. Ya. Dovhaniuk, A. O. Shtohun*  
National Park “Kremenetski Hory”, Kremenets, Ukraine

#### RARE COMPOSITION OF THE FAUNA OF THE NATIONAL NATURE PARK “KREMENETSKI HORY”

The National Nature Park “Kremenetski Hory” is situated in the northern part of the Ternopil region, covering an area of 6,951.2 hectares. The park features a hilly terrain.

The primary objective of the park is the protection and preservation of rare species. As of the beginning of 2023, there is a need for further research, particularly in the field of invertebrates, to better understand the fauna within the park.

A total of 796 animal species have been documented in the National Nature Park “Kremenetski Hory” and its surrounding areas. This includes 12 amphibian species, 7 reptiles, 155 bird species, 48 mammals, 1 roundmouth, 484 insect species, and 60 mollusks. Notably, 217 of these species are afforded protection under Ukrainian and international environmental conservation agreements.

This article presents data on animal species with nature protection status recorded within the park from 2012 to the first half of 2023. According to both literary sources and modern research, 55 species listed in the Red Book of Ukraine are documented in the park’s records, with 42 being reliably confirmed, 12 known only from literary sources, and one species considered to be erroneous.

Further exploration of the park’s fauna is essential, and this can be achieved by involving specialists and utilizing modern recording technologies.

*Key words: National Park “Kremenetski Hory”, Red Book of Ukraine, rare species, fauna.*

Надійшла 11.05.2023.

# ГЕНЕТИКА

УДК 575.17:575.113.2:633.34

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.5

<sup>1</sup>А. О. БАКУМА, <sup>2</sup>Т. Г. АЛЕКСЄЄВА, <sup>2</sup>Ф. П. ТКАЧЕНКО

<sup>1</sup>Державна установа «Інститут морської біології НАН України»  
вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65048

<sup>2</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082  
e-mail: bakumaalla@gmail.com

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЕКСТРАКЦІЇ ДНК, ПРИДАТНОЇ ДЛЯ ПЛР ІЗ ГЕРБАРНИХ ЗРАЗКІВ ВОДРОСТЕЙ РОДУ *CLADOPHORA* KÜTZ.**

Екстракція ДНК із водоростей має свої особливості, оскільки вони містять різні полісахариди та поліфеноли, які є інгібіторами ПЛР. Це вимагає оптимізації методу екстракції ДНК для різних груп водоростей. Зокрема, види роду *Cladophora* мають високу морфологічну мінливість, що залежить від умов навколишнього середовища та періоду розвитку водоростей. Застосування молекулярно-генетичного аналізу може допомогти у вирішенні таксономічних та філогенетичних питань цього роду зелених водоростей. У зв'язку з цим, метою роботи було підібрати методу екстракції ДНК із гербарних зразків водоростей видів роду *Cladophora* та апробувати виділену ДНК у ПЛР.

У дослідженні порівнювали два методи екстракції ДНК із наборами реактивів SureFood PREP Basic компанії R-Biopharm та Quick DNA Mini Prep компанії Zymo Research. ДНК перевіряли у ПЛР з використанням універсального праймера іPBS 2080 із застосуванням різних реакційних сумішей, що містять Dream-Taq-полімерази та Sso7d ДНК-полімерази.

У ході експерименту встановлено, що концентрації ДНК і співвідношення A260/A280 та A260/A230, отримані із зразків, екстрагованих набором SureFood PREP Basic, були значно кращими, проте використання їх у ПЛР не дало позитивного результату, імовірно, через наявність значної кількості інгібіторів. ДНК, екстрагована набором Quick DNA Mini Prep за співвідношеннями A260/A280 та A260/A230, значно поступалася, але, очевидно, містила меншу кількість інгібіторів ДНК-полімерази. Це дозволило отримати чіткі фрагменти ампліфікації в ПЛР з праймером іPBS 2080, проте у варіанті із застосуванням високоефективної із підвищеною стійкістю до інгібіторів полімерази Sso7d.

*Ключові слова:* *Cladophora*, екстракція ДНК, ПЛР, молекулярні маркери, молекулярно-генетичний аналіз, поліморфізм.

Гербарій є документом у Літописі природи. Періодично до нього звертаються для уточнення видів рослин як за морфологічними ознаками, так і в дослідженнях молекулярної еволюції та біорізноманіття. Залежно від віку рослинних зразків та умов їх зберігання ДНК починає деградувати, що ускладнює можливість використання певних екземплярів для молекулярних досліджень [1]. На рівень деградації ДНК у гербарних зразках впливають методи засушення, умови зберігання та обробки від шкідників [17, 18]. Крім цього, успішність виділення ДНК може залежати від стану рослини, наявності відмерлих тканин ще на етапі збирання [15].

Екстракція ДНК із водоростей має свої особливості, оскільки різні таксони продукують різноманітні інгібуючі речовини, що вимагає оптимізації методу екстракції ДНК для різних груп. Поряд із ДНК, у водоростей екстрагуються такі речовини як полісахариди та поліфеноли, які є інгібіторами *Taq*-полімерази [7, 8]. Водорості мають складну структуру клітинної стінки, до якої входять різноманітні полісахариди, зокрема целюлоза, ламінарини, фукани, альгірати, що ускладнюють етапи лізису клітин. Тому багато розроблених методик є або дороговартісними через використання гомогенізації в рідкому азоті, центрифугування в градієнті хлориду цезію, використання  $\beta$ -глюкуронідази,  $\beta$ -глюканази, ксиланази (які розщеплюють специфічні полісахариди клітинної стінки), або можуть застосовуватися для невеликої групи видів [9, 14]. В універсальній методиці, розробленій для таксонів *Chlorophyta*, *Rhodophyta* та *Phaeophyceae*, для преципітації та очистки від поліфенолів використовують лізуючий буфер, що містить PVP та  $\beta$ -меркаптоетанол [14], також рекомендують проводити лізис при кімнатній температурі для зниження кількості полісахаридів [12].

Зелені водорості роду *Cladophora* мають широке географічне поширення: у морях, естуаріях та прісноводних водоймах від помірних до тропічних регіонів, у тому числі на території України. Вони характеризуються високою морфологічною пластичністю, що залежить від умов навколишнього середовища та стадії розвитку водоростей, тому застосування молекулярно-генетичного аналізу може допомогти вирішити таксономічні та філогенетичні питання [4, 11]. Нині відомо про ряд філогенетичних досліджень, що базуються на аналізі послідовностей рибосомальних генів для видів *Cladophora vagabunda* (L. Høek) та *Cladophora albida* (Nees) Kütz. (*Cladophorales*), а також видів із порядку *Siphonocladales* [3, 5, 11]. Подібних досліджень видів роду *Cladophora*, поширених в Україні, ще не проводили.

У зв'язку з цим, метою дослідження було підібрати методику екстракції ДНК із гербарних зразків водоростей роду *Cladophora*, придатної для використання у ПЛР.

#### Матеріали та методи досліджень

Матеріали для дослідження були взяті із гербарію Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (MSUD). В експерименті використано чотири види зелених водоростей роду *Cladophora*: *Cladophora albida* та *Cladophora laetevirens* (Dillw.) Kütz., (з Одеської затоки Чорного моря), *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (із Дніпро-Бузького лиману біля м. Очаків), *Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. (із Тилігульського лиману). Для виділення ДНК використовували два набори із колонками: SureFood PREP Basic R-Biopharm (Німеччина) та Quick DNA Mini Prep компанії Зумо Research (США). ДНК екстрагували із 50 мг сухої слани водоростей для кожного методу. Концентрації ДНК вимірювали на спектрофотометрі NanoDrop 2000 компанії Thermo Scientific відповідно до рекомендацій Thermo Fisher Scientific V1.0 Manual (2009). Щоб перевірити придатність виділеної ДНК для використання у ПЛР, використовували праймер iPBS2080 (послідовність CAGACGGCGCCA), розроблений до LTR-ретротранспозонів [10].

ПЛР проводили із використанням двох різних реакційних сумішей. У першій суміші застосовували реактиви компанії Thermo Scientific загальним об'ємом 10 мкл, яка складалася з 1 мкл 10xDreamTaq Buffer, 1 мкл суміші 25mM dNTPs, 1 мкл праймера (концентрацією 10 пмоль/мкл), 0,05 мкл DreamTaq ДНК полімерази (5 од./мкл), 5,95 мкл води. Протокол ампліфікації: денатурація 3 хв 95°C, 35 циклів – 15 с 95°C, відпал 1 хв 52°C, елонгація 1 хв 72°C та заключна елонгація 10 хв 72°C.

Для іншої суміші використовували реактиви від BioRad: 5 мкл SsoAdvanced Universal Syber GREEN Supermix, 1 мкл праймера (концентрацією 10 пмоль/мкл), 3 мкл води на 10 мкл загального об'єму. Протокол ампліфікації змінювали відповідно до інструкцій рекомендованих для SsoAdvanced Universal Syber GREEN Supermix: денатурація 3 хв 98°C, 35 циклів – 15 с 95°C, відпал 1 хв 56°C, елонгація 1 хв 60°C. Продукти ампліфікації виявляли у 7 % поліакриламідному гелі та фарбували аргентум ІІ нітратом [13].

#### Результати досліджень та обговорення

Для виділення ДНК із гербарних зразків водоростей було обрано два набори реактивів із колонками. Набір SureFood PREP Basic призначений для екстракції ДНК зразків тварин та

рослин як з цілісних організмів, так і з їхніх фрагментів після технологічної переробки, наприклад у їжі та кормах. Такий підхід може бути прийнятним для деградованої ДНК, яка також може бути присутня в гербарних зразках, які зберігалися тривалий час. Набір Quick DNA Mini Prep – універсальний набір із колонками, запропонований для екстракції ДНК з різних зразків, було обрано тому, що протокол екстракції передбачає етап лізису за кімнатної температури та в лізуючий буфер додається β-меркаптоетанол, що рекомендовано для водоростей [12, 14].

Середня концентрація ДНК водоростей, отримана із застосуванням набору SureFood PREP Basic, становила 131,9 нг/мкл, що є достатнім для постановки ПЛР (табл.). Співвідношення поглинання за довжини хвилі 260 нм і 280 нм (A260/A280) та 260 нм і 230 нм (A260/A230), яке дозволяє оцінити загальний рівень очистки ДНК, становило 2,00 – для A260/A280 та 1,27 – для A260/A230, при нормі для чистої ДНК 1,80–2,00 та 1,8–2,2, відповідно. Найнижча концентрація – 27,1 нг/мкл – була отримана для зразка *Cl. sericea*, найвища – 273,1 нг/мкл – для *Cl. laetevirens*. Як було зазначено Staats et al. [17], на концентрацію можуть впливати такі чинники: кількість зразка, взятого для виділення ДНК, умови його зберігання, а також ефективність лізису клітин.

Таблиця

Концентрації ДНК різних видів роду *Cladophora*, виділеної із гербарних зразків двома різними наборами

Назва зразка	Концентрація	A260/A280	A260/A230
SureFood PREP Basic			
<i>Cl. albida</i>	71,9	2.01	1.09
<i>Cl. laetevirens</i>	273,1	2.03	1.79
<i>Cl. glomerata</i>	155,5	2.03	1.56
<i>Cl. sericea</i>	27,1	1.91	0.63
Середнє значення	131,9	2.00	1,27
Quick DNA Mini Prep			
<i>Cl. albida</i>	9,8	1.33	0.33
<i>Cl. laetevirens</i>	7,1	1.37	0.31
<i>Cl. glomerata</i>	7,4	1.53	0.35
<i>Cl. sericea</i>	3,6	1.47	0.22
Середнє значення	6,9	1.43	0.30

У той час концентрації ДНК, екстрагованої набором Quick DNA Mini Prep, були майже у 20 разів нижчими і становили від 3,6 нг/мкл (*Cl. sericea*) до 9,8 нг/мкл (*Cl. albida*), середнє значення 6,9 нг/мкл (табл.). Показники очистки були значно нижчі від норми як для A260/A280 (1,43), так і для A260/A230 (0,30), що свідчить про наявність інгібіторів білкової, полісахаридної чи поліфенольної природи [19].

Отже, із отриманих концентрацій ДНК та показників очистки A260/A280 та A260/A230 видно, що значно кращий результат як за загальною очисткою, так і за виходом ДНК був отриманий із застосуванням набору SureFood PREP Basic. Проте, за цими даними неможливо установити природу контамінації (білки, поліфеноли чи полісахариди), а також ефективність виділеної ДНК у ПЛР.

Для оцінки придатності виділеної ДНК для молекулярно-генетичного аналізу була проведена ПЛР із використанням праймера iPBS 2080, який розроблений до послідовності довгих термінальних повторів ретротранспозонів, що присутні у всіх еукаріот [10]. Тому цей праймер є універсальним для різних видів та успішно застосовувався як для вищих рослин, так і для тварин та грибів [2, 6, 10]. У якості контрольних зразків використовували рослинну та тваринну ДНК видів *Triticum spelta* L. та *Atherina boyeri*.

ПЛР проводили із двома різними реакційними сумішами з різними типами ДНК-полімерази. Перша суміш містила універсальну *Dream-Taq*-полімеразу, із якою взагалі не вдалося отримати фрагменти ампліфікації із ДНК кладофори, екстрагованої двома методами (рис. А), причому контрольна ДНК спрацювала у реакції.

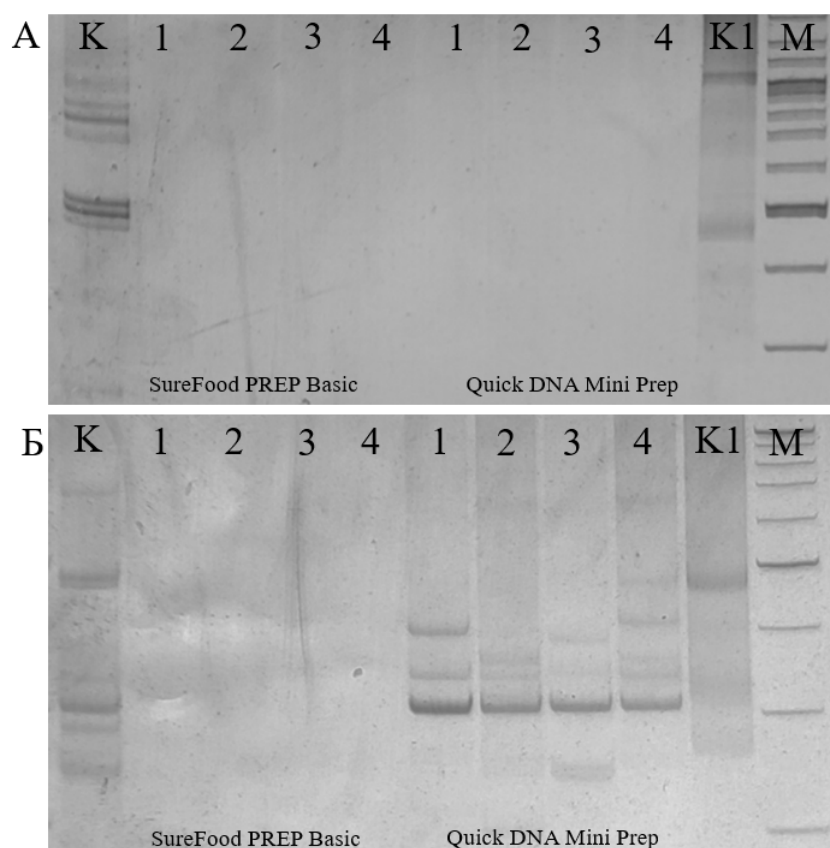


Рисунок. Електрофореграма продуктів ПЛР з праймером іPBS 2080 із ДНК водоростей, виділених різними методами та з використанням різних реакційних сумішей: із DreamTaq ДНК полімеразою (А) та Sso7d ДНК полімеразою (Б). Зразки ДНК: 1 – *Cl. albida*; 2 – *Cl. laetevirens*; 3 – *Cl. glomerata*; 4 – *Cl. sericea*; К – *Atherina boyeri*; К1 – *Triticum spelta* L.

В іншій реакційній суміші використовували SsoAdvanced Universal Syber GREEN Supermix, що містить Hot-Start ДНК-полімеразу Sso7d, яка характеризується підвищеною стійкістю до інгібіторів [16]. Із цією реакційною сумішшю позитивний результат ПЛР було отримано для всіх чотирьох видів *Cladophora*, які були екстраговані набором Quick DNA Mini Prep (рис. Б). Крім цього, між різними видами кладофор було виявлено поліморфізм: окрім одного спільного для всіх фрагмента ампліфікації, розміром 310 п.н., кожен вид відрізнявся наявністю одного-двох відмінних фрагментів ампліфікації: *Cl. albida* – 340 п.н. та 395 п.н., *Cl. laetevirens* – 340 п.н. та 355 п.н., *Cl. glomerata* – 345 п.н. та 385 п.н., *Cl. sericea* – 340 п.н., 355 п.н., 408 п.н. та 490 п.н. Наявність поліморфізму може бути цікавою для подальших досліджень.

### Висновки

Отже, незважаючи на те, що концентрації ДНК та показники очистки, отримані у зразків, екстрагованих набором SureFood PREP Basic, були значно кращими, використання їх у ПЛР не дало позитивного результату, ймовірно, через наявність інгібіторів.

ДНК, екстрагована набором Quick DNA Mini Prep, за показниками очистки значно поступалася попередньому варіанту, але, очевидно, вона містила меншу кількість інгібіторів ДНК-полімерази, що дозволило отримати чіткі фрагменти ампліфікації в ПЛР з праймером іPBS 2080, але із застосуванням лише високоефективної, полімерази Sso7d із підвищеною стійкістю до інгібіторів.

1. Andreasen K., Manktelow M., Razafimandimbison S.G. Successful DNA amplification of a more than 200-year-old herbarium specimen: recovering genetic material from the Linnaean era. *Taxon*. 2009. № 3 (58). P. 959–962. doi: 10.1002/tax.583023.
2. Aydın F., Özer G., Alkan M., Çakır I. The utility of iPBS retrotransposons markers to analyze genetic variation in yeast. *Intern. J. Food Microbiol.* 2020. № 325. P. 108647. doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108647.
3. Bakker F. T., Olsen J. L., Stam W. T., Hoek C. Van Den. Nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer regions (ITS1 and ITS2) define discrete biogeographic groups in *Cladophora albida* (Chlorophyta). *Journal of Phycology*. 1992. № 28. P. 839–845.
4. Dodds W. K., Gauder D. A. The ecology of *Cladophora*. *J. Phycol.* 1992. № 28. P. 415–427. DOI:10.1111/j.0022-3646.1992.00415.x.
5. Gestinari L. M., Oliveira M., Milstein D., Yoneshigue-Valentin Y., Pereira S. Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek (*Cladophorales*, Chlorophyta) from Brazil based on SSU rDNA sequences. *Acta Botanica Brasilica*. 2009. № 32. P. 531-538.
6. Haliloğlu K., Türkoğlu A., Öztürk H. I., Özkan G., Elkoca E., Poczai P. iPBS-retrotransposon markers in the analysis of genetic diversity among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm. *Türkiye. Genes (Basel)*. 2022. № 13 (7). P. 1147. doi: 10.3390/genes13071147.
7. Hoarau G., Coyer J., Stam W. T., Olsen J. L. 2007. A fast and inexpensive DNA extraction/purification protocol for brown macroalgae: technical article. *Mol Ecol Notes*. 7:191–193. doi: 10.1111/j.1471-8286.2006.01587.x.
8. Jin H. J., Kim J. H., Sohn C. H., DeWreede R. E., Choi T. J., Towers G. H. N., Hudson J. B., Hong Y. Inhibition of Taq DNA polymerase by seaweed extracts from British Columbia, Canada and Korea. *J Appl Phycol*. 1997. № 9. P. 383–388. doi: 10.1023/A:1007925202219.
9. Joubert Y., Fleurence J. DNA isolation protocol for seaweeds. *Plant Mol Biol Rep*. 2005. № 23. P. 197. doi: 10.1007/BF02772712.
10. Kalendar R., Antonius K., Smykal P., Shulman A. H. 2010. IPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation. *Theoretical and Applied Genetics*. 2010. № 121 (8). P. 1419–1430. DOI: 10.1007/s00122-010-1398-2.
11. Leliaert F., Rousseau F., Reviere B., Coppejans E. Phylogeny of the *Cladophorophyceae* (Chlorophyta) inferred from partial *LSU* rRNA gene sequences: is the recognition of a separate order Siphonocladales. *European Journal of Phycology*. 2003. № 38 (3). P. 233–246. DOI:10.1080/1364253031000136376.
12. Murray M. G. Thompson W. F. Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA. *Nuc. Acids Res*. 1980. № 8. P. 4321-4325. doi:10.1093/nar/8.19.4321.
13. Promega Technical Manual. USA : Gene Print. STR Systems, 1999. 52 p.
14. Ramakrishnan G. S., Fathima A. A., Ramya M. A rapid and efficient DNA extraction method suitable for marine macroalgae. *3 Biotech*. 2017. № 7 (6). P. 364. doi: 10.1007/s13205-017-0992-2.
15. Sakharova V. H., Blume R. Ya., Rabokon A. N., Pirkov Ya. V., Mosyakin S. L., Blume Ya. B. Comparison of methods of dna extraction from herbarium specimens of littlepod false flax (*Camelina microcarpa* Andr. ex DC.). *Fact. Exp. Evol. Org.* 2022. № 30. P. 30–36. URL: <https://doi.org/10.7124/FEEEO.v30.1457> (Last accessed: 18.05.2023)
16. SsoAdvanced Universal Cyber GREEN Supermix Instruction manual. Bio-Rad Laboratories. USA, 2013. 27 p.
17. Staats M., Cuenca A., Richardson J. E., Vrieling-van Ginkel R., Petersen G., Seberg O., Bakker F.T. DNA damage in plant herbarium tissue. *PLoS One*. 2011. № 6 (12). P. e28448. doi: 10.1371/journal.pone.0028448.
18. Telle S., Thines M. Amplification of *cox2* (~ 620 bp) from 2 mg of up to 129 years old herbarium specimens, comparing 19 extraction methods and 15 polymerases. *PLoS One*. 2008. № 10 (3). P. e3584. doi: 10.1371/journal.pone.0003584.
19. Thermo Fisher Scientific. NanoDrop 2000/2000c spectrophotometer, V1.0 user manual, 2009. 97 p.

<sup>1</sup>A. O. Bakuma, <sup>2</sup>T. G. Aliksieieva, <sup>2</sup>F. P. Tkachenko

<sup>1</sup>Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, Ukraine

<sup>2</sup>Odesa I. I. Mechnikov National University, Ukraine

#### EFFICIENCY OF DIFFERENT METHODS OF EXTRACTION OF DNA SUITABLE FOR PCR FROM HERBAL SPECIMENS OF ALGAE GENUS *CLADOPHORA* KÜTZ.

DNA extraction from algae presents unique challenges due to the production of various polysaccharides and polyphenols, which can act as PCR inhibitors. Consequently, optimizing DNA

extraction methods becomes necessary for different groups of algae. The *Cladophora* genus, known for its high morphological variability influenced by environmental conditions and developmental stages, can benefit from molecular genetic analysis in addressing taxonomic and phylogenetic inquiries within the green algae family.

In this context, the primary objective of this study was to select an appropriate DNA extraction method for herbarium specimens of *Cladophora* algae and evaluate the extracted DNA's suitability for PCR. The study compared two DNA extraction methods, namely the SureFood PREP Basic kit from R-Biopharm and the Quick DNA Mini Prep kit from Zymo Research. Subsequently, the isolated DNA was subjected to PCR using the universal primer iPBS 2080 with different reaction mixtures containing Dream-Taq polymerase and Sso7d DNA polymerase.

The results revealed that the DNA concentrations and purification rates obtained from samples extracted using the SureFood PREP Basic kit were notably superior. However, PCR using these DNA samples did not yield positive results, likely due to the presence of inhibitors. On the other hand, DNA extracted using the Quick DNA Mini Prep kit exhibited lower purification rates but likely contained fewer DNA polymerase inhibitors. This allowed for successful amplification with the iPBS 2080 primer, utilizing the high-efficiency Sso7d polymerase, known for its resistance to inhibitors.

*Key words: Cladophora, DNA extraction, PCR, molecular markers, molecular-genetic analysis, polymorphism.*

Надійшла 30.05.2023.

УДК 575.224

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.6

<sup>1</sup>М. А. КРИЖАНОВСЬКА, <sup>1</sup>О. Ю. МАЙОРОВА, <sup>2</sup>Н. Я. ГОЛУБ

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

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005  
e-mail: kryganovska@chem-bio.com.ua

## **АНАЛІЗ ДИНАМІКИ НАРОДЖЕННЯ ДІТЕЙ З АУТОСОМНИМИ ТРИСОМІЯМИ ПО ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Стаття присвячена динаміці народження дітей з трисоміями за 21, 18 та 13 парою аутосом у Хмельницькій області протягом 2017–2021 років. Проведений аналіз показав, що за п'ять років в області народилося 50475 немовлят. Проте щороку спостерігалось зниження народжуваності у середньому на 705 дітей, а частота новонароджених із синдромом Дауна, Едвардса і Патау коливалася у межах 0,10–0,13 %. За досліджуваний період народилося 45 дітей з синдромом Дауна, у яких згідно із цитологічними обстеженнями виявлено повну трисомію (39 дітей, 87 %), мозаїчну форму (4 дитини, 9 %), транслокаційну форму (2 дитини, 4 %); 12 дітей із синдромом Едвардса, у яких діагностували повну трисомію (9 дітей, 67 %) та мозаїчну форму (3 дитини, 33 %); 2 дітей із синдромом Патау, що мали повну трисомію. Проаналізувавши амбулаторні дані хворих пацієнтів щодо розподілу батьків пробандів за віком, встановлено, що основна частина (38 породіль, 64 %) припадає на батьків, які не відносяться до групи ризику за віком щодо народження дитини із трисомією.

*Ключові слова: аутосомні трисомії, коливання народжуваності немовлят, синдром Едвардса, синдром Дауна, синдром Патау.*

Здоров'я населення займає одне з перших місць у системі життєвих цінностей будь-якої держави і є невід'ємною умовою гармонійного розвитку людей і суспільства. У будь-якій країні світу народження дитини – найщасливіша подія у родині, але народження здорової

extraction methods becomes necessary for different groups of algae. The *Cladophora* genus, known for its high morphological variability influenced by environmental conditions and developmental stages, can benefit from molecular genetic analysis in addressing taxonomic and phylogenetic inquiries within the green algae family.

In this context, the primary objective of this study was to select an appropriate DNA extraction method for herbarium specimens of *Cladophora* algae and evaluate the extracted DNA's suitability for PCR. The study compared two DNA extraction methods, namely the SureFood PREP Basic kit from R-Biopharm and the Quick DNA Mini Prep kit from Zymo Research. Subsequently, the isolated DNA was subjected to PCR using the universal primer iPBS 2080 with different reaction mixtures containing Dream-Taq polymerase and Sso7d DNA polymerase.

The results revealed that the DNA concentrations and purification rates obtained from samples extracted using the SureFood PREP Basic kit were notably superior. However, PCR using these DNA samples did not yield positive results, likely due to the presence of inhibitors. On the other hand, DNA extracted using the Quick DNA Mini Prep kit exhibited lower purification rates but likely contained fewer DNA polymerase inhibitors. This allowed for successful amplification with the iPBS 2080 primer, utilizing the high-efficiency Sso7d polymerase, known for its resistance to inhibitors.

*Key words: Cladophora, DNA extraction, PCR, molecular markers, molecular-genetic analysis, polymorphism.*

Надійшла 30.05.2023.

УДК 575.224

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.6

<sup>1</sup>М. А. КРИЖАНОВСЬКА, <sup>1</sup>О. Ю. МАЙОРОВА, <sup>2</sup>Н. Я. ГОЛУБ

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

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005  
e-mail: kryganovska@chem-bio.com.ua

## **АНАЛІЗ ДИНАМІКИ НАРОДЖЕННЯ ДІТЕЙ З АУТОСОМНИМИ ТРИСОМІЯМИ ПО ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Стаття присвячена динаміці народження дітей з трисоміями за 21, 18 та 13 парю аутосом у Хмельницькій області протягом 2017–2021 років. Проведений аналіз показав, що за п'ять років в області народилося 50475 немовлят. Проте щороку спостерігалось зниження народжуваності у середньому на 705 дітей, а частота новонароджених із синдромом Дауна, Едвардса і Патау коливалася у межах 0,10–0,13 %. За досліджуваний період народилося 45 дітей з синдромом Дауна, у яких згідно із цитологічними обстеженнями виявлено повну трисомію (39 дітей, 87 %), мозаїчну форму (4 дитини, 9 %), транслокаційну форму (2 дитини, 4 %); 12 дітей із синдромом Едвардса, у яких діагностували повну трисомію (9 дітей, 67 %) та мозаїчну форму (3 дитини, 33 %); 2 дітей із синдромом Патау, що мали повну трисомію. Проаналізувавши амбулаторні дані хворих пацієнтів щодо розподілу батьків пробандів за віком, встановлено, що основна частина (38 породіль, 64 %) припадає на батьків, які не відносяться до групи ризику за віком щодо народження дитини із трисомією.

*Ключові слова: аутосомні трисомії, коливання народжуваності немовлят, синдром Едвардса, синдром Дауна, синдром Патау.*

Здоров'я населення займає одне з перших місць у системі життєвих цінностей будь-якої держави і є невід'ємною умовою гармонійного розвитку людей і суспільства. У будь-якій країні світу народження дитини – найщасливіша подія у родині, але народження здорової



дитини в останні роки набуває все більшої актуальності. Діти є фундаментальним ресурсом держави і саме стан їхнього здоров'я визначає майбутнє суспільства [2].

Проблема збереження людського життя в складних сучасних демографічних умовах дедалі набуває ще більшої актуальності. Забруднення навколишнього середовища та загострення екологічної ситуації, незбалансоване харчування і недотримання здорового способу життя, накопичення спадкових дефектів та збільшення генетичного тягаря – все це негативно впливає і руйнує генофонд України, що, із свого боку, призводить до неухильного зростання ранньої дитячої смертності та народження дітей-інвалідів [7].

Основною причиною цього є вроджені вади й спадкові захворювання. Згідно з даними експертів ВООЗ у 42–65 новонароджених із тисячі виявляють генні хвороби, 25–35 дітей мають вроджені вади розвитку, 9–12 страждають на хвороби зі спадковою схильністю. Генетичні порушення спричинюють 40–70 % мимовільних викиднів, 60–70 % зачать закінчуються загибеллю зародка, близько половини яких зумовлені хромосомними аномаліями. У матеріалі спонтанного абортів часто знаходять поліплоїдію (20 %), моносомію X (20 %), повні трисомії за аутосомами (50 %), інші хромосомні і геномні мутації – у 10 % випадків [6].

Однією з найбільш актуальних проблем сучасної медичної генетики є визначення етіології і патогенезу спадкових захворювань. Патогенез хромосомних захворювань дуже складний, оскільки залежить від порушення експресії великої кількості генів, залучених у хромосомну мутацію. Клінічно хромосомні хвороби виявляються синдромами множинних вроджених вад розвитку. Практично всі вони формуються до моменту народження [4, 5]. Найбільш добре вивченими трисоміями за аутосомами є синдроми Дауна, Едвардса і Патау.

Метою роботи було провести аналіз динаміки народження дітей та вивчити особливості віку матерів новонароджених немовлят із синдромами Дауна, Едвардса, Патау у Хмельницькій області за 2017–2021 рр.

#### Матеріали та методи досліджень

Аналіз статистичних даних новонароджених за період 2017–2021 рр. здійснювали на основі даних Головного статистичного управління у Хмельницькій області, співпраці з медико-генетичною консультацією КП «Хмельницький міський перинатальний центр» та ознайомлення з амбулаторними картками пацієнтів, які народилися з синдромами Дауна, Едвардса та Патау, для вивчення клінічного стану хворих дітей і перебігу вагітності у їхніх матерів.

#### Результати досліджень та їх обговорення

У Хмельницькій області станом на 1 січня 2022 року орієнтовно проживав 1 мільйон 227 тисяч громадян. В обласному центрі (м. Хмельницький) мешкало 274 тисячі 452 людини. За період з 2017 по 2021 рр. в області народилося 50475 дітей (табл. 1), з них – 26032 хлопчики (52 %) та 24443 дівчинки (48 %). Проте щороку спостерігалось зниження народжуваності: у 2018 р. – на 785, у 2019 р. – на 759, у 2020 р. – на 245 і у 2021 р. – на 1033 дитини.

Таблиця 1

Зміна кількості новонароджених немовлят та дітей з трисоміями у Хмельницькій області  
упродовж 2017–2021 рр.

Рік	Живонароджених	Стать		Кількість дітей з трисомією	Загальна частота дітей з трисоміями, %
		♂	♀		
2017	11483	5784	5699	15	0,13
2018	10698	5530	5168	11	0,1
2019	9939	5154	4785	12	0,1
2020	9694	5072	4622	12	0,12
2021	8661	4492	4169	9	0,1

За таких умов кількість народжених дітей з трисоміями 21-ї, 18-ї та 13-ї пари змінюється не в значних межах, що підтверджує загальна частота народження дітей з трисоміями, яка в середньому становила 0,1 % серед живонароджених (рис. 1).

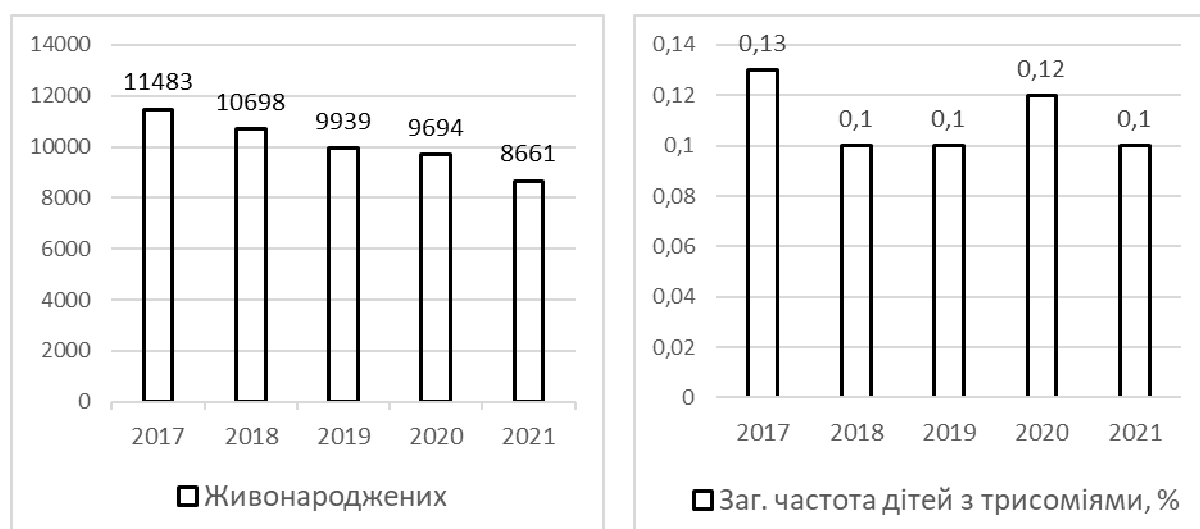


Рис. 1. Загальна кількість живонароджених дітей та частота дітей з трисоміями у Хмельницькій області за 2017–2021 рр.

*Синдром Дауна* – це трисомія за 21-ю парою аутосом. Синдром виникає через порушення процесу розходження хромосом при утворенні гамет, у результаті чого дитина отримує від матері (у 90 % випадків) або від батька (у 10 % випадків) зайву 21-у хромосому. У більшості хворих із синдромом Дауна є три 21-і хромосоми замість двох; у 5–8 % випадків аномалія пов’язана з наявністю не цілої зайвої хромосоми, а її фрагментів [8, 10].

Частота патології серед новонароджених дітей складає 1:700 – 1:800. Співвідношення хлопчиків до дівчаток 1:1. Основними фенотиповими змінами синдрому є 25 ознак [1, 3], а найбільш типові – монголоїдний розріз очей, широкий ніс, напіввідкритий рот, косоокість. Відповідно до механізму виникнення генетичного порушення розрізняють такі варіанти хвороби: у 94 % випадків виявляється повна трисомія; у 2 % – мозаїчна форма синдрому; у 3–4 % – транслокаційна форма [4, 8].

У період 2017–2021 рр. у Хмельницькій області народилося 45 дітей з синдромом Дауна, з них 21 дівчинка та 24 хлопчики (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка появи синдрому Дауна серед новонароджених дітей у Хмельницькій області упродовж 2017–2021 рр.

Рік	Всього народилося дітей	Народилося із синдромом Дауна	Доношені	Недоношені	Померло у лікарні	Частота народження дітей з синдромом Дауна	
						%	1 : X
2017	11483	11	9	2	0	0,096	1:1044
2018	10698	8	6	2	1	0,075*	1:1337
2019	9939	9	7	2	1	0,091*	1:1104
2020	9694	9	8	1	1	0,093	1:1077
2021	8661	8	6	2	0	0,092	1:1082

Народження хворих із синдромом Дауна у середньому становило 9 немовлят на рік. В основному (75–89 %) вони народжувалися доношеними.

За даними цитогенетичного аналізу у 39 дітей (87 %) виявлена повна трисомія, у 4 – мозаїчна форма (9 %), у 2 (4 %) – транслокаційна форма (у дівчинки була діагностована робертсонівська транслокація на 22-у хромосому (каріотип 47,XX+21t(22,21)), у хлопчика – на 15-у хромосому (каріотип 47,XV+21t(15,21))). Така ж транслокація була виявлена і у матері пробанда. У пацієнтів із повною трисомією за 21-ю хромосоמוю одночасно зустрічалися 4 і

більше фенотипових ознак. Летальний ефект невисокий; причиною смерті найчастіше були вроджені вади серцево-судинної системи, важкі аномалії розвитку, пневмонії.

Аналіз віку матері новонароджених дітей показав, що він коливався у межах 26–37 років. У 13-ти породіль (29 %) вік перевищував 35 років, що свідчить про підвищення рівня генетичних аномалій із збільшенням віку і підтверджується літературними даними [3, 4]. При цьому у матерів зустрічалися хронічні серцево-судинні захворювання (80 %).

*Синдром Едвардса* майже у всіх випадках зумовлений простою трисомією за 18 хромосоною. В одному випадку з десяти трапляються і мозаїчні форми, транслокаційні форми – дуже рідко [3, 5, 9]. Новонароджені із синдромом Едвардса зустрічаються з частотою 1:7000, при цьому дівчатка народжуються утричі частіше, ніж хлопчики. Науковці висловлюють припущення про стабілізуючу дію Х-хромосоми під час аберації 18-ї хромосоми, у той час як зиготи з трисомією 18 пари у чоловічому каріотипі елімінуються. Не виключено також, що яйцеклітини із зайвою 18-ю хромосоною частіше запліднюються сперматозоїдом з Х-хромосоною [9, 10].

Для синдрому Едвардса описано більше 125 аномалій. Основні фенотипові ознаки: малий, здавлений з боків череп із низьким чолом, перенісся втиснене, ніс тонкий, вушні раковини розташовані низько і часто без мочок, рот малий, трикутної форми, пальці стиснуті в кулак, на ногах спостерігається синдактилія. Проте жодна з ознак не є патогномонічною для цього синдрому [1, 4, 8].

Під час цитогенетичного обстеження у 80 % випадків виявляють трисомію 18, а в 10 % хворих – мозаїцизм. Описано випадки подвійної анеуплоїдії типу 48, XXУ +18 за участю трисомного за хромосоною 18 клону. Транслокаційна форма вкрай рідкісна [5, 9, 10].

За досліджуваний період в області народилось 12 дітей із синдромом Едвардса, з них 4 хлопчики та 8 дівчаток (табл. 3). Незважаючи на тенденцією зниження рівня народжуваності дітей за період з 2017 по 2021 роки, кількість виявлення немовлят з цією патологією коливалась у межах 1–3 дитини, що у середньому склало 2,4 % хворих на рік.

Таблиця 3

Динаміка появи синдрому Едвардса серед новонароджених дітей у Хмельницькій області упродовж 2017–2021 рр.

Рік	Всього народилося дітей	Народилося із синдромом Едвардса	Доношені	Переношені	Померло у лікарні	Частота народження дітей із синдромом Едвардса	
						%	1 : X
2017	11483	3	1	2	2	0,026	1:3828
2018	10698	3	0	3	2	0,028	1:3566
2019	9939	2	0	2	1	0,020	1:4970
2020	9694	3	1	2	1	0,031	1:3231
2021	8661	1	0	1	1	0,012	1:8661

У 9 немовлят цитогенетично було підтверджено повну трисомію за 18-ю хромосоною, у 3 – мозаїчну форму. Новонароджених із частковою трисомією виявлено не було. Серед народжених дітей були нормально доношені та переношені, а також зафіксовано летальні випадки. Причиною смерті найчастіше були вродженні вади серцево-судинної системи, важкі аномалії розвитку.

З амбулаторних карток хворих було встановлено, що вік матері хворих дітей коливався з 28 до 41 років. Із усіх породіль у 5-ти вік становив 35 і більше років, що й могло стати причиною народження дітей із синдромом Едвардса, у однієї жінки цитогенетично було виявлено каріотип 47,XX,+18, 1 пацієнтка зловживала алкоголем. У 5-ти пацієнток ймовірну причину народження дитини з синдромом Едвардса встановити не вдалося.

*Синдром Патау* – важке спадкове хромосомне захворювання, при якому у пацієнта наявна додаткова копія 13 хромосоми. Це найбільш важка форма з усіх хромосомних аномалій. Частота синдрому Патау серед новонароджених коливається від 1:5000 до 1:29000 (співвідношення статей 1:1). Діти народжуються доношеними, у термін, але з маленькою вагою

– близько 2500 г. Пологи часто ускладнюються асфіксією новонароджених. Прогноз до життя несприятливий [1, 3, 8, 9]. Додаткова 13 хромосома викликає важкі вроджені вади: мікроцефалія, аномальний розвиток кісток лицьового та мозкового відділів черепа, можлива відсутність очного яблука, розщелина піднебіння і верхньої губи, очі вузькі, низькорозташовані деформовані вухні раковини тощо [1, 4, 5, 8].

Упродовж 2017–2021 рр. у Хмельницькій області народилося 2 дітей з синдромом Патау (1 хлопчик у 2017 році і 1 дівчинка у 2019 році), у яких методом цитогенетичного дослідження була виявлена повна трисомія. Діти народилися доношеними, з низькою масою тіла як для даного терміну гестації, з множинними вадами розвитку. У зв'язку з цим, вони прожили 12 та 31 год. відповідно. Проведені реанімаційні заходи ефекту не дали.

Проведений аналіз дозволяє припустити, що причиною народження пацієнтів із синдромом Патау міг бути вік матері (40 та 43 роки відповідно).

Таким чином, упродовж 2017–2021 рр. у Хмельницькій області народилося 45 дітей з синдромом Дауна, 12 дітей з синдромом Едвардса та 2 дітей з синдромом Патау (рис. 2).

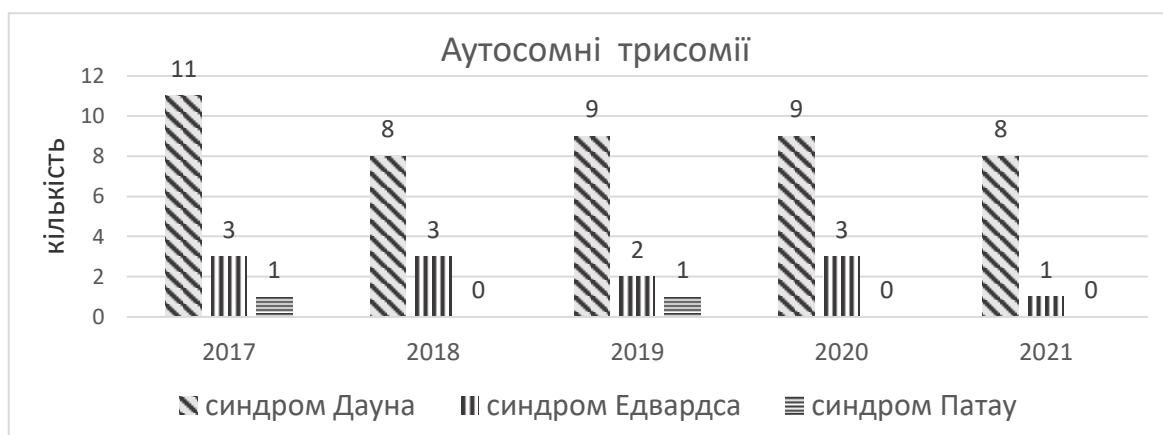


Рис. 2. Співвідношення новонароджених немовлят із синдромами Дауна, Едвардса і Патау в Хмельницькій області протягом 2017–2021 рр.

## Висновки

Отже, у Хмельницькій області протягом 2017–2021 рр. частота народження дітей з синдромом Дауна становила 0,075 – 0,096 %, з синдромом Едвардса дорівнювала 0,012–0,031 %, а дітей з синдромом Патау – 0,01 % і статистично не відрізняється від літературних даних [4, 6, 8, 10]. Загальновідомим є те, що основною причиною появи трисомій у дітей є вік матері. Проаналізувавши амбулаторні дані хворих пацієнтів щодо розподілу батьків пробандів за віком, виявлено, що основна частина (38 породіль, 64 %) припадає на батьків, які не відносяться до групи ризику за віком щодо народження дитини з трисомією. Таким чином, у групу ризику щодо народження дитини з трисомією може увійти жінка будь-якого віку. Це вказує на необхідність проведення медико-генетичного консультування та пренатального скринінгу кожної вагітної в I триместрі вагітності. Також із метою проведення подальшого ефективного медико-генетичного консультування сімей, у яких раніше вже народжувалися діти з трисомією, необхідною складовою діагностичного обстеження є цитогенетичне обстеження батьків пробанда.

1. Бужієвська Т. І. Основи медичної генетики. К. : Здоров'я, 2001. 136 с.
2. Верховна Рада України. Законодавство України. Основи законодавства України про охорону здоров'я. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (дата звернення: 19.12.2020).
3. Генетична медицина / Запорожан В. М. та ін.; за ред. В. М. Запорожана. Одеса : Одес. держ. мед. ун-т, 2008. 432 с.
4. Запорожан В. М., Сердюк А. М., Бажора Ю. І. Спадкові захворювання і вроджені вади розвитку в перинатологічній практиці. Київ : Здоров'я, 1997. 360 с.

5. Процюк О. В., Линчак О. В., Поканевич Т. М. Поширеність хромосомних аномалій серед живо- та мертвонароджених в Україні. *Акушерство. Гінекологія. Генетика*. 2017. Т. 3, № 3. С. 37–41.
6. Шевчук Т. Я., Коржик О. В., Коцан І. Я. Сучасні проблеми спадковості: конспект лекцій. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2020. 126 с.
7. Щоб дитина народилася здоровою. Актуальні аспекти пренатальної діагностики. URL: <https://health-ua.com/article/17645-shob-ditina-narodilasya-zdorovoyuaktualn-aspekti-prenatalno-dagnostiki> (дата звернення: 25.12.2022).
8. De Souza E., Halliday J., Chan A. et al. Recurrence risks for trisomies 13, 18, and 21 // *Am. J. Med. Genet.* 2009. Vol. 12. P. 2716–2722. DOI: 10.1002/ajmg.a.33099.
9. Goel N., Morris J. K., Tucker D. et al. Trisomy 13 and 18-Prevalence and mortality-A multi-registry population based analysis. *Am. J. Med. Genet A.* 2019. Vol. 179, 12. P. 2382–2392. URL: <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.61365> (Last accessed: 24.01.2023).
10. Mendoza C. J. Z, Gonzaga-Jauregui C. Genomic disorders in the genomics era. *Genomics of Rare Diseases*. 2021. P. 35–59. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820140-4.00004-1> (Last accessed: 24.01.2023).

## References

1. Buzhiiivska T. I. *Osnovy medychnoi henetyky*. Kyiv : Zdorovia, 2001. 136 s. [in Ukrainian]
2. Verkhovna Rada Ukrainy. *Zakonodavstvo Ukrainy. Osnovy zakonodavstva Ukrainy pro okhoronu zdorovia*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (data zvernennia: 19.12.2020). [in Ukrainian]
3. *Henetychna medytsyna / Zaporozhan V. M. ta in.; za red. V. M. Zaporozhana*. Odesa : Odes. derzh. med. un-t, 2008. 432 s. [in Ukrainian]
4. Zaporozhan V. M., Serdiuk A. M., Bazhora Yu. I. *Spadkovi zakhvoriuvannia i pryrodzheni vady rozvytku v perynatolohichnii praktysi*. Kyiv : Zdorovia, 1997. 360 s. [in Ukrainian]
5. Protsiuk O. V., Lynchak O. V., Pokanievych T. M. *Poshyrenist khromosomnykh anomalii sered zhyvo- ta mertvonarodzhenykh v Ukraini. Akusherstvo. Hinekolohiia. Henetyka*. 2017. Т. 3, No 3. S. 37–41. [in Ukrainian]
6. Shevchuk T. Ya., Korzhyk O. V., Kotsan I. Ya. *Cuchasni problemy spadkovosti: konspekt leksii*. Lutsk : PP Ivaniuk V. P., 2020. 126 s. [in Ukrainian]
7. Shchob dytyna narodylasia zdorovoiu. Aktualni aspekty prenatalnoi diahnostryky. URL: <https://health-ua.com/article/17645-shob-ditina-narodilasya-zdorovoyuaktualn-aspekti-prenatalno-dagnostiki> (data zvernennia: 25.12.2022). [in Ukrainian]
8. De Souza E., Halliday J., Chan A. et al. Recurrence risks for trisomies 13, 18, and 21 // *Am. J. Med. Genet.* 2009. Vol. 12. P. 2716–2722. DOI: 10.1002/ajmg.a.33099.
9. Goel N., Morris J. K., Tucker D. et al. Trisomy 13 and 18-Prevalence and mortality-A multi-registry population based analysis. *Am. J. Med. Genet A.* 2019. Vol. 179, 12. P. 2382–2392. URL: <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.61365> (Last accessed: 24.01.2023).
10. Mendoza C. J. Z, Gonzaga-Jauregui C. Genomic disorders in the genomics era. *Genomics of Rare Diseases*. 2021. P. 35–59. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820140-4.00004-1> (Last accessed: 24.01.2023).

<sup>1</sup>M. A. Kryzhanovska, <sup>1</sup>O. Yu. Maiorova, <sup>2</sup>N. Ia. Holub

<sup>1</sup>Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

## ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE CHILDREN BIRTH WITH AUTOSOMIC TRISOMY IN THE KHMELNYTSKYI REGION

In the face of challenging modern demographic conditions, the imperative of preserving human life is becoming increasingly urgent. Environmental pollution, a deteriorating ecological landscape, imbalanced nutrition, unhealthy lifestyles, the accumulation of hereditary defects, and a rising genetic burden collectively exert adverse effects on Ukraine's gene pool. This unfortunate scenario contributes to the increased rate of early child mortality and the birth of children with disabilities [7].

The objective of this study was to analyze the trends in child births with Down, Edwards, and Patau syndromes while investigating the influence of maternal age on the incidence of these genetic anomalies in the Khmelnytskyi region from 2017 to 2021.

We conducted an analysis of statistical data pertaining to newborns, utilizing information from the Main Statistical Office in the Khmelnytskyi region. This investigation was undertaken in collaboration with the medical and genetic consultation department of the KP "Khmelnytskyi City

Perinatal Center." It involved a comprehensive review of outpatient records for patients born with Down, Edwards, and Patau syndromes, aimed at understanding the clinical condition of the infants and the course of pregnancy in their mothers.

The analysis revealed that a total of 50,475 babies were born in the region over the course of five years. However, an annual decrease in the birth rate was observed, with an average reduction of 705 children per year. The incidence rate of newborns with Down syndrome, Edwards syndrome, and Patau syndrome ranged from 0.10% to 0.13%. During the research period, 45 children with Down syndrome were born in the Khmelnytskyi region. Cytogenetic analysis indicated that 39 of these children (87 %) had a complete trisomy, 4 had a mosaic form (9 %), and 2 (4 %) had a translocation form. Children with complete trisomy exhibited four or more phenotypic features simultaneously. In the region, 12 children were born with Edwards syndrome, including 9 with complete trisomy and 3 with a mosaic form. No newborns were identified with partial trisomy. Cases included both full-term and premature births, as well as instances of infant mortality. Two children with Patau syndrome were born (1 boy in 2017 and 1 girl in 2019), both with complete trisomy. They were born full-term but with low birth weight and multiple developmental disabilities, with one child surviving for 12 hours and the other for 31 hours.

Upon analyzing the age of the parents of the probands, it was discovered that the majority (38 mothers, 64 %) were not within the age risk group for having a child with trisomy. This suggests that women of any age can be at risk of having a child with trisomy. Thus, there is a clear need for medical-genetic counseling and prenatal screening for every pregnant woman during the first trimester of pregnancy.

*Key words: autosomal trisomy, fluctuations in the birth rate of infants, Edwards syndrome, Down syndrome, Patau syndrome.*

Надійшла 05.03.2023.

УДК 636.2;575.113.2(477)

doi: 10.25128/2078-2357.23.1-2.7

Н. Б. МОХНАЧОВА

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН  
вул. Погребняка 1, с. Чубинське, Бориспільський район, Київська область, 08321  
e-mail: nataliia.mokhnachova82@gmail.com

## **ПОРОДНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛЕЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ГЕНІВ *PIT1* ТА *GH* УКРАЇНСЬКОЇ АБОРИГЕННОЇ ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ КОРІВ**

У статті представлені результати дослідження структурних генів у популяції української аборигенної лебединської породи корів, які асоціюються з молочною продуктивністю: *PIT1* (гіпофізарний фактор транскрипції) та *GH* (гормон росту). Ці гени є ключовими для розвитку великої рогатої худоби та їх продуктивності. Гіпофізарний фактор транскрипції є геном, який регулює вироблення гормону росту у корів, що впливає на їх ріст та розвиток м'язів. Ген гормону росту, зі свого боку, впливає на ріст скелету та м'язів, а також на молочну продуктивність та відкладення жиру у корів. Тому вивчення цих генів необхідне для покращення продуктивності ВРХ, розвитку генетичних технологій і розуміння впливу генетичних факторів на продуктивність тварин.

Усього було досліджено поліморфізм 2 генів (*PIT1* та *GH*). Для аналізу використали 32 зразки ДНК, виділеної із венозної крові корів лебединської породи за допомогою набору «ДНК Сорб-Б» (AmpliSens). Генотипування проводили, використовуючи аналіз поліморфізму довжин рестрикційних фрагментів на основі полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР-ПДРФ). Для вивчення гена *PIT1* ампліфікований фрагмент 451 п.н. обробляли ферментом *HinfI*. Отримані

Perinatal Center." It involved a comprehensive review of outpatient records for patients born with Down, Edwards, and Patau syndromes, aimed at understanding the clinical condition of the infants and the course of pregnancy in their mothers.

The analysis revealed that a total of 50,475 babies were born in the region over the course of five years. However, an annual decrease in the birth rate was observed, with an average reduction of 705 children per year. The incidence rate of newborns with Down syndrome, Edwards syndrome, and Patau syndrome ranged from 0.10% to 0.13%. During the research period, 45 children with Down syndrome were born in the Khmelnytskyi region. Cytogenetic analysis indicated that 39 of these children (87 %) had a complete trisomy, 4 had a mosaic form (9 %), and 2 (4 %) had a translocation form. Children with complete trisomy exhibited four or more phenotypic features simultaneously. In the region, 12 children were born with Edwards syndrome, including 9 with complete trisomy and 3 with a mosaic form. No newborns were identified with partial trisomy. Cases included both full-term and premature births, as well as instances of infant mortality. Two children with Patau syndrome were born (1 boy in 2017 and 1 girl in 2019), both with complete trisomy. They were born full-term but with low birth weight and multiple developmental disabilities, with one child surviving for 12 hours and the other for 31 hours.

Upon analyzing the age of the parents of the probands, it was discovered that the majority (38 mothers, 64 %) were not within the age risk group for having a child with trisomy. This suggests that women of any age can be at risk of having a child with trisomy. Thus, there is a clear need for medical-genetic counseling and prenatal screening for every pregnant woman during the first trimester of pregnancy.

*Key words: autosomal trisomy, fluctuations in the birth rate of infants, Edwards syndrome, Down syndrome, Patau syndrome.*

Надійшла 05.03.2023.

УДК 636.2;575.113.2(477)

doi: 10.25128/2078-2357.23.1-2.7

Н. Б. МОХНАЧОВА

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН  
вул. Погребняка 1, с. Чубинське, Бориспільський район, Київська область, 08321  
e-mail: nataliia.mokhnachova82@gmail.com

## **ПОРОДНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛЕЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ГЕНІВ *PIT1* ТА *GH* УКРАЇНСЬКОЇ АБОРИГЕННОЇ ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ПОРОДИ КОРІВ**

У статті представлені результати дослідження структурних генів у популяції української аборигенної лебединської породи корів, які асоціюються з молочною продуктивністю: *PIT1* (гіпофізарний фактор транскрипції) та *GH* (гормон росту). Ці гени є ключовими для розвитку великої рогатої худоби та їх продуктивності. Гіпофізарний фактор транскрипції є геном, який регулює вироблення гормону росту у корів, що впливає на їх ріст та розвиток м'язів. Ген гормону росту, зі свого боку, впливає на ріст скелету та м'язів, а також на молочну продуктивність та відкладення жиру у корів. Тому вивчення цих генів необхідне для покращення продуктивності ВРХ, розвитку генетичних технологій і розуміння впливу генетичних факторів на продуктивність тварин.

Усього було досліджено поліморфізм 2 генів (*PIT1* та *GH*). Для аналізу використали 32 зразки ДНК, виділеної із венозної крові корів лебединської породи за допомогою набору «ДНК Сорб-Б» (AmpliSens). Генотипування проводили, використовуючи аналіз поліморфізму довжин рестрикційних фрагментів на основі полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР-ПДРФ). Для вивчення гена *PIT1* ампліфікований фрагмент 451 п.н. обробляли ферментом *HinfI*. Отримані

такі частоти алелів: *A* (0,38) та *B* (0,62). Серед генотипів переважав гетерозиготний генотип *AB* (0,45), кількість гомозигот за *A* алелем становила 0,15. Продукт ампліфікації фрагмента гена *GH* (223 п.н.) гідролізували ферментом рестрикції *AluI*. Аналіз характеру розподілу частот алелів показав, що вивчені тварини характеризуються високою частотою алеля *L* (0,85). Тварини з гомозиготним генотипом *GH<sup>VV</sup>* не траплялися, частка тварин із генотипом *GH<sup>LL</sup>* становила 0,7. Виявлені особливості алельного спектру генів *PIT1* (*B*-0,62) та *GH* (*L*-0,85), які характерні для дослідженої популяції української аборигенної лебединської породи корів. Результати дослідження є цінними у зв'язку з різким скороченням чисельності місцевих аборигенних популяцій і виникненням загрози зникнення власних генетичних ресурсів сільськогосподарських видів.

*Ключові слова:* корови, аборигенна порода корів, лебединська порода, поліморфізм, гени, гормон росту, гіпофізарний фактор транскрипції, алель.

Збереження генетичного різноманіття займає основне місце серед глобальних проблем сучасності. Фундаментом біологічної різноманітності є її генетичний елемент. Втрата видової і генетичної диверсифікації – реальна загроза для біосфери, бо стійкість відтворення природних екосистем й агроекосистем прямо пов'язана з їхньою генетичною здатністю пристосовуватися до умов зовнішнього середовища [3].

Досягнення молекулярної генетики дають можливість ідентифікувати гени, пов'язані з господарсько-корисними ознаками, що дозволяє визначати генетичний потенціал тварин, а також прискорюють селекційно-племінну роботу. Поширеними генами, які пов'язують з молочною продуктивністю, є гени білків молока та гормонів. Серед них можна виділити ті, які найбільше впливають на формування і функціонування цієї якісної ознаки, – гіпофізарно-специфічний фактор транскрипції (*PIT1*) та гормон росту (*GH*) [2].

Гіпофізарний фактор транскрипції (*PIT-1*) синтезується в гіпофізі, має вплив на гени гормону росту та пролактину. За літературними даними, продуктивність тварин, гомозиготних за алелем *PIT-1<sup>B</sup>*, вища за такими показниками: надій, вихід жиру та протеїну в молоці. Гормон росту (*GH*) впливає на лактогенез та має жиромобілізуючу дію. Встановлено зв'язок поліморфних варіантів гену з молочними показниками. Алель *GH<sup>L</sup>* пов'язують з більшою кількістю молока, жиру і білку [1, 4, 5].

Метою роботи було дослідити поліморфізм генів: гіпофізарно-специфічний фактор транскрипції (*PIT1*) та гормон росту (*GH*) в популяції лебединської аборигенної породи великої рогатої худоби.

#### Матеріали та методи досліджень

Було досліджено зразки крові від дійних корів лебединської породи з господарства ПГ «Голосієво» (*n*=32) Київської області, Україна (рис. 1). Молекулярно-генетичні дослідження проводили на базі лабораторії генетики Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН.



Рис. 1. Корова лебединської породи ПГ «Голосієво» Київська область.



## ГЕНЕТИКА

Зразки крові відбирали з яремної вени в об'ємі 5 мл у вакуумні пробірки з сухим ЕДТА. Геномну ДНК виділяли згідно з стандартною методикою, використовуючи комерційний набір «ДНК Сорб-Б» (AmpliSens). Концентрацію ДНК доводили до 50 нг/мкл. Поліморфізм генів CSN2, CSN3 та BLG досліджували методом ПЛР-ПДРФ (полімеразної ланцюгової реакції – поліморфізму довжин рестрикційних фрагментів). Нуклеотидні послідовності праймерів для ампліфікації та назви рестриктаз для рестрикції продуктів ампліфікації показано в табл. 1.

Таблиця 1

Нуклеотидні послідовності праймерів та рестриктази

Послідовність праймера	Ампліфікат, (п.н.)	Рестриктаза	Посилання
<b><i>PIT1</i></b>			
F:5'-AAACCATCATCTCCCTTCTT-3' R:5'-AATGTACAATGTGCCTTCTGAG-3'	451	<i>HinfI</i>	Wollard et al. (1994)
<b><i>GH</i></b>			
F:5'-GCTGCTCCTGAGGGCCCTTC-3' R:5'-GCGGCGGCACTTCATGACCC-3'	223	<i>AluI</i>	Lucy et al., 1993

Умови ПЛР та схеми рестрикційного аналізу продуктів ампліфікації поліморфних ділянок досліджуваних генів у табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика умов ПЛР та схеми ПДРФ-аналізу продуктів ампліфікації

Поліморфізм	Умови ампліфікації	Генотипи та відповідні довжини рестрикційних фрагментів
<i>PIT1- HinfI</i>	95°C-4 хв; (95°C- 45с; 58°C- 30с;72°C- 60с)х35; 72° -10 хв	<i>Pit-1-HinfI<sup>AA</sup></i> : 451; <i>Pit-1- HinfI<sup>BB</sup></i> : 244+207; <i>Pit-1-HinfI<sup>AB</sup></i> : 451+244+207;
<i>GH- AluI</i>	94°C-4 хв; (95°C- 45с; 65°C- 30с;72°C- 60с)х35; 72° -10 хв	<i>GH-AluI<sup>VV</sup></i> : 223; <i>GH-AluI<sup>LL</sup></i> : 171+52; <i>GH-AluI<sup>LV</sup></i> : 223+171+52;

Суміш для проведення ПЛР у своєму складі містила: 2,0 мкл буфера для ДНК полімерази, 1,0 мкл суміші дНТФ («Амплісенс»), 1,0 мкл відповідного праймера, 0,2 мкл ДНК-полімерази («*Fermentas*» Литва). Геномна ДНК додавалась у кількості 2,0 мкл, решта ddH<sub>2</sub>O. Загальний об'єм ДНК-суміші становив 10 мкл. Ампліфікацію ДНК проводили на програмованому чотириканальному термоциклері ТП4-ПЦР-01-«Терцик» (ДНК-технологія). Прилад виконаний у вигляді єдиного модуля, що об'єднує 4 незалежно керованих термоблоки. У кожному термоблоці встановлена матриця на 10 пробірок об'ємом 0,5 мл.

Продукти ПЛР обробляли специфічними рестрикційними ферментами: до 10 мкл ПЛР-продукту додавали 5 од./мкл рестриктази та 1,5 мкл рестрикційного буферу, інкубували при 37°C 12 год. Візуалізацію результатів проводили в 2–3 % агарозному гелі з бромистим етидієм у 1хТВЕ-буфері за постійної напруги 100 В протягом 90 хв, з наступною детекцією за допомогою транслюмінатора ТУВ-1 в ультрафіолетовому світлі 312 нм. У якості маркерів молекулярних мас використовували *GeneRuler™ 50 bp DNA Ladder* та *Thermo Scientific™ GeneRuler 1 kb Plus DNA Ladder*. Гелі фотографували цифровою камерою та проводили аналіз отриманих результатів.

Статистичний аналіз проводили за допомогою програмного пакету Statistica 6.0 та Exel (Microsoft Office 2007).

### Результати досліджень та їх обговорення

У популяції лебединської аборигенної породи ВРХ було досліджено 2 локуси (*PIT-1* та *GH*), які є генами-кандидатами молочної продуктивності. Гени вибрані так, щоб проаналізувати молочну характеристику як одну з найголовніших господарсько-корисних ознак.

Популяційні особливості генетичної структури лебединської породи ВРХ за геном гіпофізарного фактору транскрипції

Порода	Розмір вибірки	Частота генотипів		Частота алеля		Гетерозиготність		$\chi^2$	F <sub>is</sub>
		AA	AB	A	B	H <sub>0</sub>	H <sub>E</sub>		
Лебединська	32	AA	0,15	0,38±0,015	0,62±0,024	0,450	0,469	0,03	0,040
		AB	0,45						
		BB	0,4						

**Локус *PIT1***

У результаті проведення ПЛР відбулася ампліфікація фрагмента ДНК довжиною 451 п.н. Після його розчеплення рестриктазою *HinfI* на електрофореграмі відзначали характерні набори смуг (рис. 2), які відповідали генотипам: AA, AB і BB.

Дослідження популяції корів лебединської породи за геном *PIT1* показали наступні результати: так, у 32 корів розподіл генотипів був наступний: AA – 5 (15 %), AB – 14 (45 %) і BB – 13 (40 %). При цьому частота алелей A і B відповідно склала 0,38 і 0,62.

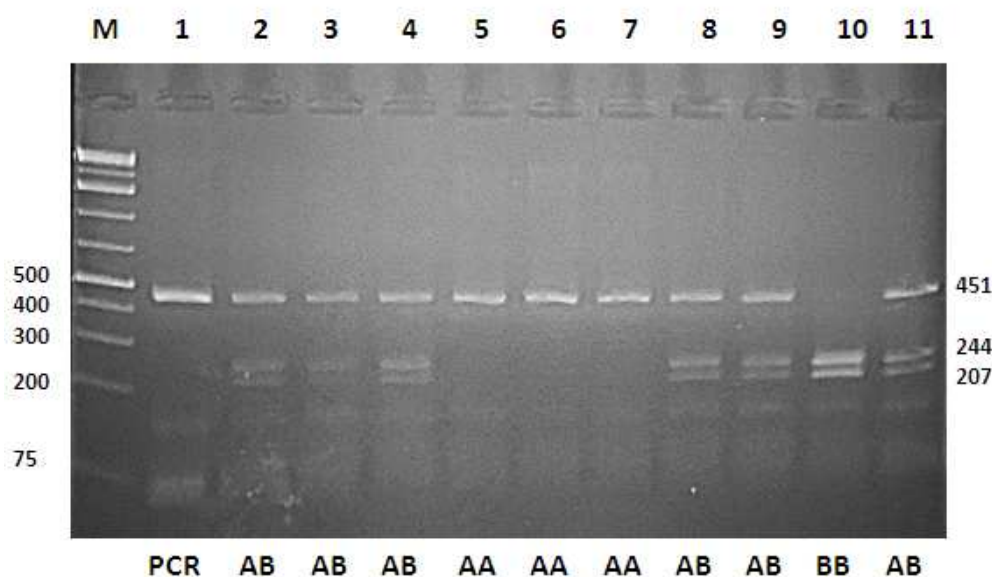
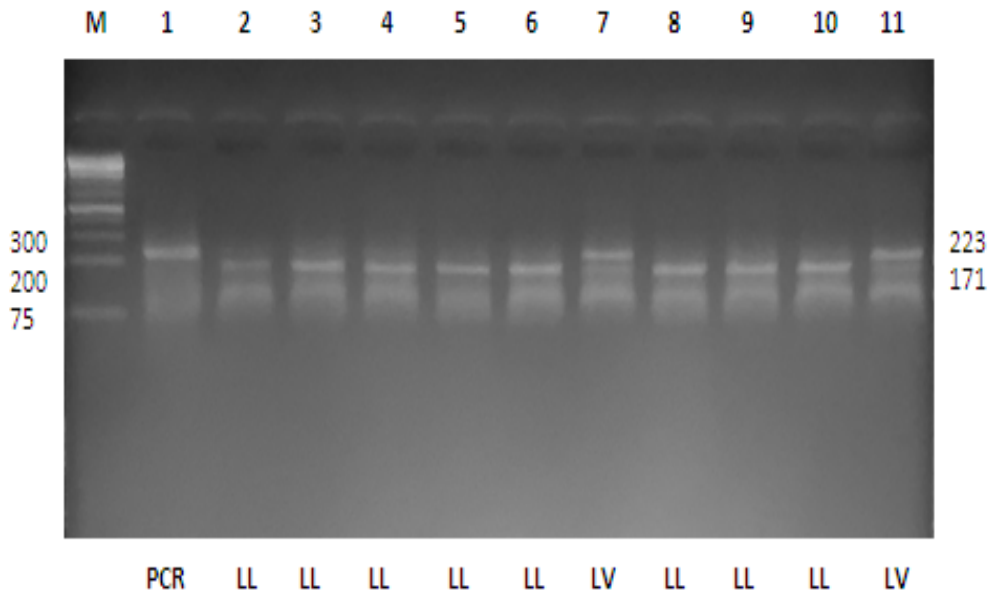


Рис. 2. Електрофоретичний аналіз продуктів рестрикції при визначенні генотипів за геном *PIT1*: М – маркер молекулярних мас; генотипи тварин вказані під фото.

Аналіз таблиці 3 показав, що у тварин лебединської породи очікувана гетерозиготність дещо вища за фактичну гетерозиготність, а доля гомозиготних генотипів становила 55 %. Розподіл генотипів за законом Харді-Вайнберга виявив генетичну рівновагу в дослідженій популяції корів за геном *PIT1*.

**Локус *GH***

За допомогою рестриктази *Alu I* визначили поліморфізм гена гормону росту в корів лебединської породи. За наявності або відсутності сайтів рестрикції було виявлено два алельних варіанти L та V і наявність двох генотипів (LL, LV) із трьох теоретично можливих: LL, LV, VV (рис. 3).



Ри

с. 3. Електрофоретичний аналіз продуктів рестрикції при визначенні генотипів за геном *GH*: М – маркер молекулярних мас; генотипи тварин вказані під фото.

Більшість досліджених тварин є носіями гомозиготного генотипу LL гена гормону росту. Частота переважаючого генотипу склала 70 % або 22 особини. Гетерозиготами виявилися 30 % або 10 голів. Генотип VV не був виявлений у жодної з досліджених нами тварин (табл. 4). Частота «бажаної» алелі L у тварин лебединської породи досягла 85 %, що у 5,67 раза більше за показник алелі V.

Переважання фактично отриманого рівня гетерозиготності над теоретично очікуваним виявилось не суттєвим, про що свідчить низьке значення  $\chi^2=0,62$ . Показник гомозиготності за геном гормон росту (*GH*) виявився високим і склав 70 %.

Таблиця 4

Популяційні особливості генетичної структури лебединської породи ВРХ за геном гормону росту

Порода	Розмір вибірки	Частота генотипів		Частота алеля		Гетерозиготність		$\chi^2$	F <sub>IS</sub>
				L	V	H <sub>0</sub>	H <sub>E</sub>		
Лебединська	32	LL	0,7	0,85±0,018	0,15±0,018	0,300	0,255	0,62	-0,176
		LV	0,3						
		VV	-						

### Висновки

Аналізом результатів генотипування корів лебединської породи встановлено, що поліморфізм генів *PIT1* та *GH* представлений двома алелями *PIT1<sup>A</sup>* і *PIT1<sup>B</sup>*, *GH<sup>L</sup>* і *GH<sup>V</sup>*. Кількість селекційно-значущих генотипів склала *PIT1<sup>AA</sup>* = 15 % та *GH<sup>LL</sup>* = 70 %, а носіїв гетерозигот, які забезпечують генетичну різноманітність популяції, було, відповідно, 45 % та 30 %. Генетична структура лебединської породи характеризувалася високою концентрацією цінних з селекційної точки зору алельних варіантів *PIT1<sup>A</sup>* (0,38) і *GH<sup>L</sup>* (0,85).

Отримані нами результати свідчать про особливість популяційного генофонду лебединської породи корів та можуть бути використані як додатковий інструмент у селекційних програмах та програмах із збереження генофонду лебединської породи великої рогатої худоби.

1. Ebrahimi Hoseinzadeh Z., Mohammadabadi M., Esmailizadeh Koshkuieh A., Khezri A., Najmi Noori A. Association of PIT1 Gene with Milk Fat Percentage in Holstein Cattle. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 2015. 5 (3), 572–582.
2. Fontanesi L., Calo D. G., Galimberti G., Negrini R., Marino R., Nardone A., Ajmone-Marsan P., Russo V. A candidate gene association study for nine economically important traits in Italian Holstein cattle. *Anim Genet.*, 2014. 45 (4), 576–580. doi: 10.1111/age.12164.
3. Glazko V. I., Erkenov T. A., Glazko T. T., Dzatoev K. M. Genetic structure of Karachai horses on ISSR-PCR markers. *Biogeosys. Tech.* 2016; 9 (3): 195–204. DOI: 10.13187/bgt.2016.9.195.
4. Heidari M., Azari M. A., Hasani S., Khanahmadi A., Zerehdaran S. Effect of polymorphic variants of GH, PIT-1 and BLG genes on milk production of Holstein cows. *Russian Journal of Genetics*, 2012. 48, 417–421. doi:10.1134/S1022795412040060.
5. Ünal E. Ö., Kepenek E. Ş., Dinç H., Özer F., Sönmez G., Togan I., Soysal M. I. Growth hormone (GH), prolactin (PRL), and diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) gene polymorphisms in Turkish native cattle breeds. *Turkish Journal of zoology*, 2015. 39, 734–748. doi: 10.3906/zoo-1409-9.

*N. B. Mokhnachova*

Institute of Animal Breeding and Genetics and. a. M. V. Zubets of National Academy of Agrarian Science of Ukraine, Ukraine

#### BREED CHARACTERISTICS OF THE ALLELIC PROFILE OF THE PIT1 AND GH GENES OF THE UKRAINIAN INDIGENOUS LEBEDYN BREED OF COWS

The preservation of genetic diversity is a paramount concern in addressing global challenges today. The foundation of biological diversity hinges on its genetic components, and the loss of species and genetic variability poses a genuine threat to the biosphere. This is because the sustainability of natural ecosystems and agroecosystems depends directly on their genetic adaptability to changing environmental conditions.

In cattle, genes associated with milk yield play a crucial role, including genes related to milk proteins and hormones. Among these, the pituitary-specific transcription factor (PIT1) and growth hormone (GH) genes are of particular significance. In this study, we investigated the polymorphism of these genes in the Lebedyn breed of cattle.

A total of 2 gene polymorphisms, PIT1 and GH, were examined through molecular and genetic research conducted at the genetics laboratory of the Institute of Animal Breeding and Genetics named after M. V. Zubets, part of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine. The study utilized 32 DNA samples extracted from the venous blood of Lebedyn breed cows using the 'DNA Sorb-B' kit from AmpliSens. Genotyping was carried out through polymerase chain reaction (PCR-RFLP) analysis of restriction fragment length polymorphism, employing the “Tertsyk” amplifier for PCR. The resulting DNA restriction analysis products were assessed via electrophoresis in a 2–3% agarose gel containing ethidium bromide, with DNA fragment lengths determined using the GeneRuler™ 50 bp DNA Ladder and Thermo Scientific™ GeneRuler 1 kb Plus DNA Ladder markers.

For the PIT1 gene analysis, a 451 bp amplified fragment was treated with the enzyme *Hinf*I, yielding the following allele frequencies: A (0.38) and B (0.62). The heterozygous AB genotype was the most prevalent (0.45), while homozygotes for the A allele constituted 0.15 of the population. In the case of the GH gene fragment (223 bp), hydrolysis was performed using the restriction enzyme *Alu*I. Analysis of allele frequency distribution indicated a high frequency of the L allele (0.85), with no animals exhibiting the homozygous GHVV genotype, and the GHLL genotype was present in 0.7 of the population.

These findings reveal unique features of the allelic spectrum of the PIT1 (V-0.62) and GH (L-0.85) genes specific to the Ukrainian indigenous Lebedyn breed of cows. Selectionally significant genotypes include PIT1AA (15%) and GHLL (70%), while heterozygote carriers, which contribute to genetic diversity within the population, account for 45% and 30%, respectively.

This study's results hold particular value due to the alarming decline in the population of local indigenous breeds and the imminent threat to the preservation of agricultural genetic resources.

*Key words:* cows, indigenous breed of cows, Lebedyn breed, polymorphism, genes, growth hormone, pituitary transcription factor, allele.

Надійшла 19.04.2023.

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 574.3:519.673

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.8

<sup>1</sup>І. М. ГРОД, <sup>1</sup>Л. О. ШЕВЧИК, <sup>1</sup>Г. М. ГОЛШЕЙ, <sup>2</sup>Н. Я. КРАВЕЦЬ, <sup>1</sup>О. Л. ГЛАВАЦЬКА

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

<sup>2</sup>Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського  
вул. Ю. Словацького, 2, м. Тернопіль, 46001  
e-mail: grodin@tnpu.edu.ua

## **АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ КАБАНА ДИКОГО *SUS SCROFA* (LINNAEUS, 1758) У РАМКАХ МОДЕЛІ ФЕРХЮЛЬСТА**

---

У статті йдеться про прийняття комп'ютерного моделювання як одного із провідних напрямів впровадження засобів сучасних інформаційних технологій у модернізацію змісту, форм і методів оцінки впливу на довкілля (ОВД), спрямованого на виявлення характеру, інтенсивності і ступеня небезпеки впливу будь-якого виду господарської діяльності на стан довкілля і здоров'я населення.

Задля реалізації інтегрованого вивчення біорізноманіття виявлено можливості міжпредметної інтеграції досліджень, проаналізовано практику застосування програмних середовищ у процесі моделювання біологічних задач на основі математичних моделей, досліджено можливості реалізації алгоритмів математичних моделей у процесі комп'ютерного моделювання. Доведено ефективність впровадження комплексу дослідницьких завдань з біології як основи реалізації міжпредметної інтеграції: природа – математика – інформатика. Для проектування комп'ютерної моделі відтворення екологічного процесу була використана математична модель Ферхюльста. Її реалізація здійснювалась із використанням середовища програмування «Python». Доцільність запропонованої методики обґрунтовано через розвивально-продуктивний інтегрований підхід, а саме практичне спрямування комп'ютерного моделювання математичних моделей для вивчення біологічних процесів.

*Ключові слова:* комп'ютерне моделювання, математична модель, мисливська фауна, оцінка впливу на довкілля, біологічні процеси, популяція.

Зміна клімату, інтенсивна господарська діяльність, забруднення та вирубування лісів, а отже руйнування природних середовищ існування тварин, полювання й інші антропогенні фактори є основними чинниками зменшення біорозмаїття фауни [6].

Якщо фауна ссавців України загалом нараховує 152 види [11], а до переліку мисливських звірів різні автори відносять від 31 виду то до мисливської теріофауни України 2015 року віднесено 29 видів [2]. Оскільки кожний окремий вид, чи навіть особина, є невіддільною структурною одиницею багатьох живих систем – колоній, стад, популяцій, біогеоценозів, ландшафтних екосистем, біосфери, – усі вони мають бути включені до блоку регуляторів життєздатності як популяцій, так і інших екосистем. Тому питання обліку та використання ресурсів теріофауни загалом і мисливської зокрема є актуальним і потребує вдосконалених

методичних підходів із точки зору забезпечення переходу ведення мисливського господарства на популяційну основу [18].

Особливе місце серед заходів розширення мисливської галузі в Україні посідає законотворча діяльність. Починаючи з 2020 року, було прийнято Закон України «Про мисливське господарство та полювання» [17], поряд із яким розроблено проєкт розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції сталого розвитку мисливського господарства в Україні на період 2021–2025 рр.» №1478-III [5]. Як наслідок, з метою оцінки втрат мисливських господарств через російську збройну агресію в Україні, а саме знищення або пошкодження біотехнічних споруд та загибелі тварин, а також оцінки втрачених можливостей України Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України прийнято Наказ № 414 від 05.10.2022 (нині чинний) «Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації» [15]. Сьогодні мисливство орієнтується на широке впровадження сучасних інформаційних технологій та передбачає модернізацію змісту, форм і методів оцінки стану довкілля, тобто вже зараз проявляється стійка тенденція до прийняття комп'ютерного моделювання одним із провідних напрямів у дослідженнях біологічних систем.

Жодне дослідження, зокрема і з біології та екології, не може бути повним і точним, якщо воно не супроводжується побудовою хоча б найпростішої, але все ж таки математичної моделі досліджуваного об'єкту чи процесу. При цьому, чим складнішим є об'єкт чи процес, який розглядається, тим складніше знайти математичні абстракції, які підходять для його опису.

Вивчення закономірностей динаміки чисельності популяцій мисливських тварин необхідне для раціонального використання природних ресурсів, що обов'язково передбачає використання математичних методів, зокрема, комп'ютерного моделювання. Загалом, на сьогодні актуальною залишається тема розробки адекватного математичного апарату для оцінки впливу на довкілля.

Важливо звернути увагу на внесок наукової спільноти у вирішення цієї проблеми. Видове представлення та чисельність диких тварин на території України вивчали А. М. Волох (2004), В. Домніч (2008), С. Межжерін (2008) [4, 9, 14]. Останнім часом активно розширюється перелік застосовуваних у мисливстві нових методик та методів дослідження. Усе частіше вчені (І. Синякевич, 2011 та О. Виноградський, 2022) працюють на стику наук, супроводжуючи польові дослідження побудовою математичних моделей динаміки популяцій, що неможливо без урахування впливу короткострокових та довготривалих чинників на ростові процеси [3, 19].

Задля цього, ставлячи «дослідницькі завдання», науковці вивчають особливості застосування технологій комп'ютерного моделювання у дослідженні діяльності екосистем. Термін «дослідницьке завдання» визначається як комплекс дій, призначених для виконання. У науковій літературі немає однозначного підходу до визначення цього поняття, адже «дослідницьке завдання» містить проблему, вирішення якої вимагає проведення теоретичного аналізу, застосування одного або декількох методів наукового дослідження, за допомогою яких відкриють раніше невідомі знання [12].

У процесі пізнання світу вчені все частіше застосовують моделювання як універсальний метод наукового пізнання, що базується на побудові, дослідженні та використанні моделей об'єктів і явищ. Найбільш важливим різновидом моделювання є математичні моделі [13]. Поряд із традиційними галузями використання математики, до її сфери все частіше залучається біологія.

Математичне моделювання передбачає вміння програмувати, активно використовувати знання з природничо-наукових дисциплін із подальшим їх застосуванням у різних галузях людської діяльності для одержання нових знань [20]. Дослідницькі завдання не є новиною, але методика їх розгляду ще недостатньо вивчена, що обумовлено великою трудомісткістю проведення експериментів, які є невід'ємною складовою дослідження [10].

Моделювання динаміки популяцій застосовується для вирішення актуальних сьогодні завдань, а саме: збереження зникаючих і рідкісних видів, прогнозування чисельності промислових популяцій, розроблення оптимальних стратегій промислу, вивчення впливу антропогенних факторів на чисельність біологічних видів тощо.

Процес вивчення динаміки популяцій пов'язаний із побудовою різних моделей чисельності, які часто є емпіричними і вимагають додаткового обґрунтування або підбору невідомих параметрів. Розроблений метод прогнозування на базі моделі ARIMA, який реалізований у вигляді програмного додатку, що виконує прогнозування чисельності популяції на основі щорічних даних моніторингу [8].

Цікавими є дослідження в галузі математичного моделювання, пов'язані із застосуванням до екологічних систем матричної моделі Леслі [21].

Процес моделювання динаміки популяції залежить, як правило, від двох основних компонент: хороший блок експериментальних даних і ґрунтовні знання екології.

Не існує жодної популяції, чисельність якої не зазнавала б змін. Дискретні значення цієї величини можуть бути отримані з експериментальних даних (лабораторних або польових). У роботах із дослідження динаміки популяцій використовують різні моделі (модель Мальтуса, модель Ферхюльста, модель Леслі [7], модель Рікера, тощо), які можуть, із тими чи іншими поправками, бути використані як основні для прогнозування чисельності окремої популяції. Відомо, що біологічні параметри популяції з плином часу змінюються під впливом кліматичних умов, обмеженості кормових ресурсів та інших факторів довкілля. Після аналізу особливостей різних моделей була вибрана модель Ферхюльста.

Метою роботи є аналіз динаміки чисельності популяцій мисливських тварин із врахуванням різних факторів навколишнього середовища, дослідження та висвітлення проблем популяційної динаміки кабана дикого *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) за допомогою моделі Ферхюльста.

Завдання:

- вивчити і проаналізувати літературні джерела за тематикою дослідження;
- розглянути прийоми застосування комп'ютерного моделювання для вирішення задач моделювання динаміки популяцій;
- розробити комп'ютерну модель, яка дає інформацію про моделюючий об'єкт (оригінал).

Побудувати модель на основі одного із рівнянь популяційної динаміки, використовуючи знання про екологію виду (табл. 1), і розрахувати прогноз розвитку популяції на 7 років, враховуючи рівень браконьєрства і різну оцінку щільності угідь.

Таблиця 1

Динаміка чисельності кабана дикого у лісництвах ДП «Чортківське лісове господарство»

Лісництва	Площа, га	Загальна кількість тварин				
		2019	2020	2021	2022	2023
Копичинське	330	3	6	10	12	16
Білецьке	1338	37	64	35	29	34
Улашківське	1147	8	10	14	13	16
Коліндянське	2358	1	1	4	6	7
Скала-Подільське	436	4	7	6	10	13
Борщівське	538	14	11	9	8	10
Гермаківське	905	29	21	18	14	18
Більче-Золотецьке	600	7	5	11	12	14
Наддністрянське	1033	12	16	20	20	22
<i>Всього</i>	8685	115	141	127	124	150
<i>Середнє</i>	1044,4	12,8	15,7	14,1	13,8	16,7

### Матеріали та методи досліджень

Дослідження динаміки популяції проводилося з використанням моделі Ферхюльста. Ідея Ферхюльста полягала в накладанні на експоненційний ріст, який виражений формулою, **деякого фактору**, що характеризує уповільнення, і який збільшується з ростом популяції. Найпростіше із можливих припущень полягає в тому, що степінь уповільнення росту для однієї особини пропорційний розміру популяції, тобто загальна швидкість росту рівна не  $r$ , а  $r(1 - N/K)$ , і визначає уповільнення росту. У цьому випадку логістичне диференціальне рівняння

набуде наступного вигляду  $\frac{dN}{dt} = rN - \frac{rN^2}{K} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right)$ , а його розв'язок виражається формулою  $N(t) = \frac{N_0 K e^{rt}}{K - N_0 + N_0 e^{rt}} = \frac{K}{1 + \left(\frac{K}{N_0} - 1\right) e^{-rt}}$ .

Враховуючи, що для реальної моделі деякі параметри в цій формулі також можуть залежати від часу і ця залежність не може бути виражена в аналітичному вигляді, використання розрахунків за рекурентною формулою є більш сприятливим варіантом  $N_{t+1} = N_t \left[1 + r \left(1 - \frac{N_t}{K}\right)\right]$ .

Тут  $K$  – константа, яка позначає верхню границю збільшення чисельності популяції і називається верхньою асимптотою для  $S$ -подібної кривої. Величину  $K$  також називають гранично допустимим навантаженням на середовище або щільністю угідь для даної популяції. Ітераційний крок для розрахунків – 1 рік.

Розподіл популяції рідко буває однорідним. Відповідно, облік неоднорідності дозволяє більш точно змодельовати процес. Норма відтворення тісно пов'язана з народжуваністю (наявністю і розподілом самок, здатних народжувати), норми смертності залежать від того, як розподілені особини з різних вікових груп, рівень браконьєрства також залежить від території, коефіцієнти внутрішньовидової конкуренції залежать від щільності і максимальна ємність угідь, очевидно, неоднорідно розподілена.

Популяційні параметри кабана дикого, необхідні для розрахунків параметрів моделі, були отримані завдяки працям [1, 11, 18]. На основі даних були сформовані просторові шари: щільність розподілу популяції кабанів (у перерахунку кількості особин на 1 га), щільність розподілу представників різних вікових груп (самці, самки, поросята), щільність розподілу максимальної ємності угідь. Для реалізації моделі скрипти написані мовою Python.

Грид – це географічно розподілена інфраструктура, яка об'єднує множину різних типів, доступ до яких користувач може отримати з будь-якої точки, незалежно від місця їх розміщення.

Формально розрахунок по моделі Ферхюльста з урахуванням просторового розподілу всіх параметрів виглядає так:

$$N(t+1) = \sum_{i=0}^m N(t)_i * \left\{ 1 + \sum_{i=0}^m r(t)_i * \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=0}^m N(t)_i}{\sum_{i=0}^m K(t)_i} \right\} \right\}$$

де  $m$  – загальна кількість просторових комірок, на які розбита площа дослідження. У формулі використовують параметри  $r(t)$  і  $K(t)$ . У загальному випадку будемо вважати, що вони не тільки просторово розподілені, але є функціями від часу, таким чином ми маємо можливість закладати зміну цих параметрів внаслідок зміни параметрів середовища або факторів стороннього впливу на популяцію. Наприклад, у параметрі  $K$  передбачено врахування факторів стороннього впливу (зміна ситуації з кормовою базою, боротьба з браконьєрством) при розрахунках коефіцієнту смертності в популяції. Цей коефіцієнт прогнозованої смертності буде коливатися залежно від рівня охорони тої чи іншої території і змінюватися з року в рік, якщо буде вибраний сценарій посиленої охорони.

Загальна формула для розрахунку окремого осередку ґрида виглядає так:

$$N(t+1)_i = N(t)_i * \left\{ 1 + r(t)_i * \left\{ 1 - \frac{N(t)_i}{K(t)_i} \right\} \right\}$$

Розглянемо параметри моделі, коефіцієнти приросту і показники смертності. Стартова чисельність ( $N(t_0)$ ). За вихідну була взята чисельність популяції у 2019 році (115 особин). Максимальну ємність угідь ( $K$ ) обчислювали як загальну кількість кабанів з урахуванням максимальної щільності популяції (0,03 ос/га), зафіксованої у різні роки за період 2019–2023 рр.

**Розрахунок коефіцієнта приросту  $R$ .** Проведемо розрахунок, виходячи з розподілу самок на території. Якщо взяти за основу фактори, що середній вік кабана дикого у природі – 12 років, здатність самок досягати статевої зрілості на 2 році життя, середня кількість поросят



у виводку (без врахування показника смертності) рівна 6, а репродуктивний вік самок від 2 до 10 років, за умови рівномірного розподілу за віковими групами, тоді показник кількості репродуктивних самок із числа дорослих особин буде рівний 75,0 %. З урахуванням відсотку репродуктивних самок для загального гріду отримаємо коефіцієнт приросту  $r(t)_i = 0,75 * 3 = 2,25$ . У випадку застосування цього коефіцієнта до загального гріду (а саме – географічно розподіленої інфраструктури ДП, яка об'єднує множини різних лісгоспів, доступ до яких відкритий, незалежно від місця їх розміщення) варто зробити поправку на частку самок від загальної чисельності. Розподіл коефіцієнта приросту в межах певної території буде залежати від цього показника (кількості самок у популяції) і формула для  $r(t)_i$  набуде вигляду:  $r(t)_i = \left[ \left( \frac{Nf(t)_i}{N(t)_i} * 1,01 \right) - D(t)_i \right]$ , де  $Nf(t)$  – розподіл самок,  $N(t)$  – загальний розподіл кабанів,  $D(t)$  – розподіл смертності у популяції.

Розглядають звичайну смертність і смертність, спричинену людиною. Звичайну смертність серед дорослих особин можна розрахувати через середній вік в дикій природі – 12 років, період початку дорослого життя – 2 роки, розподіл за віком вважаємо рівномірним, тому показник смертності –  $1/10=0,1$ . Розрахуємо цей показник для поросят. Якщо вважати, що у виводку виживає лише половина малят, а термін існування виводку – 2 роки, то можна вивести показник їх смертності за рік.

Якщо взяти розмір популяції  $N$ , а шуканий коефіцієнт  $x$ , то формула для розрахунку коефіцієнта буде наступною:  $(N - Nx) - (N - Nx)x = (N - Nk)$ , де  $k$  – коефіцієнт виживання виводка за 2 роки (у нашому випадку 0,5). Перетворюючи формулу, приходимо до квадратного рівняння  $x^2 - 2x + k = 0$ . Корені цього рівняння  $x_{1,2} = \frac{2 \pm \sqrt{4-4k}}{2} = 1 \pm \sqrt{1 - 0,5}$ . Отримуємо два корені  $x_1 = 0,293$ ,  $x_2 = 1,707$ . Оскільки другий корінь дає від'ємне значення чисельності (що в наших умовах не може бути), то використовуємо перше значення кореня. Отже, показник смертності за рік рівний 0,29. Таким чином, загальний показник звичайної смертності з урахуванням просторового розподілу різних вікових груп набуває вигляду:

$$Dc(t)_i = \left( \frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29 \right) + \left( \frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,1 \right),$$

де  $Nc(t)$  – розподіл поросят,  $N(t)$  – загальний розподіл кабанів популяції,  $Np(t) = N(t) - Nc(t)$  – розподіл дорослих кабанів популяції.

Передбачається, що показник смертності, спричиненої людиною, також має просторовий аспект. Очевидно, що на територіях, які охороняються, цей показник найнижчий. Таким чином, показник смертності визначають як:

$$D(t) = De(t) + Dp(t)/N(t),$$

$$D(t)_i = \left( \frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29 \right) + \left( \frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,08 \right) + \frac{Dp(t)_i}{N(t)_i}.$$

І загальний вигляд формули розрахунку для моделі набуває вигляду:

$$N(t+1)_i = N(t)_i \left\{ \begin{aligned} &* 1 \\ &+ \left[ \left( \frac{Nf(t)_i}{N(t)_i} * 1,01 \right) - \left[ \left( \frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29 \right) + \left( \frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,08 \right) + \frac{Dp(t)_i}{N(t)_i} \right] \right] \\ &* \left\{ 1 - \frac{N(t)_i}{K(t)_i} \right\} \end{aligned} \right\}.$$

Слід врахувати, що коефіцієнт приросту (або смертності) у значній мірі залежить від відношення числа особин (у конкретний відрізок часу) до максимальної щільності угідь. Чим

більше кількість особин наближається до максимальної щільності угідь, тим меншим буде загальний коефіцієнт приросту, а його значення будуть асимптотично наближатися до нуля. Фактично це буде відбуватися за рахунок збільшення природної смертності і смертності, спричиненої людиною, а також в результаті посилення внутрішньовидової конкуренції. Подібне співвідношення обумовлює основну тенденцію розвитку популяції (ріст або вимирання). В основному, за рахунок того, що є виключення, у яких з тих чи інших причин смертність перевищує народжуваність.

Вважається, що вікова структура популяції незмінна на деякому проміжку моніторингу. Значить, збільшення або зменшення популяції приводить до пропорційних змін відповідних вікових груп. У той же час це приводить до того, що просторовий розподіл за віковими групами (зафіксовано в ході обліку 2019 р) буде в цілому зберігатися на тимчасовому проміжку прогнозу. Очевидно, що вікова структура прогнозу має свою динаміку як в якісному, так і в просторовому аспекті, але у нас немає параметрів, які для відображення цього процесу ми могли б закласти в модель. Таким чином, виходить, що вихідний для моделі розподіл вікових груп в популяції визначає можливість розмноження популяції протягом усіх років моніторингу. Просторові зміни вікової структури на сьогодні слабо вивчені (особливо в контексті достовірних статистичних показників, що важливо для моделювання цього процесу). Отже, уточнення роботи моделі може бути пов'язано з розробкою окремого механізму прогнозу за зміною вікової структури популяції як у часі, так і у просторі. З іншого боку, зрозуміло, що в цілому для стабільної популяції вікова структура повинна бути достатньо стійкою і її коливання не повинні бути дуже значними. Вони можуть бути викликані або стохастичними факторами (які навряд будуть сильними), або форс-мажорними, які неможливо закласти в модель. Це ще один постулат для моделі, що розвиток популяції буде проходити без виникнення форс-мажорних ситуацій. Ще одне правило, що модель будується в межах території їх існування і не передбачає її розширення (хоча скорочення можливе). Це правило також може бути змінено при подальшій роботі над моделлю.

### Результати досліджень та їх обговорення

Для прикладу розглянемо Улашківське лісництво (табл. 1) та на основі поданих даних реалізуємо модель Ферхюльста. За початкову кількість візьмемо матеріали 2019 року (n=8) і подивимося, який результат дасть програма реалізації моделі через 4 роки (рис. 1).

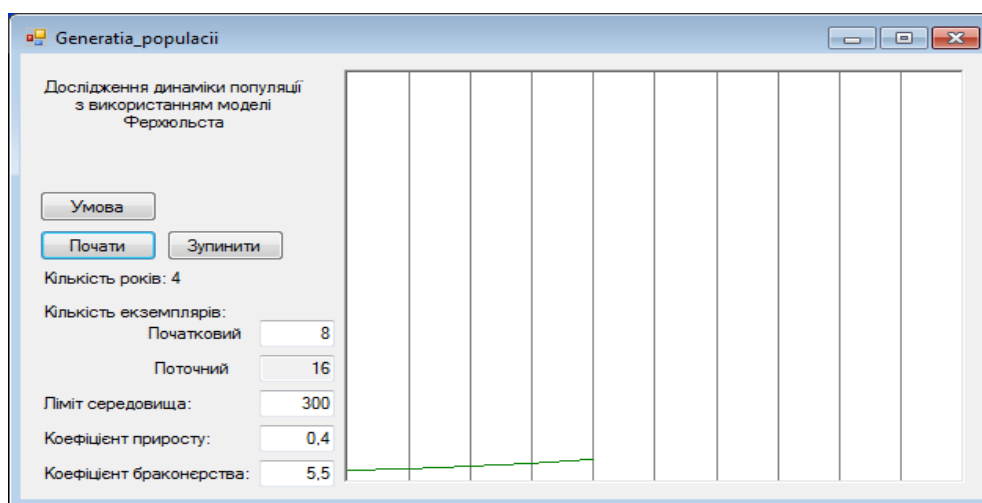


Рис. 1. Оцінка чисельності популяції кабанів з 2019 по 2023 роки за даними обліку і з допомогою моделі для Улашківського лісництва.

Як бачимо, результати моделювання повністю співпадають з даними чисельності популяції за 2023 рік (табл. 1, n = 16).

Для моделювання динаміки чисельності можна задавати різноманітні параметри: процесів, гридів, тривалості аналізу. Наприклад, розглянемо два лісництва – Більче-Золотецьке

і Улашківське. За початкову чисельність візьмемо дані кожного із лісництв за 2019 рік (див. табл. 1).

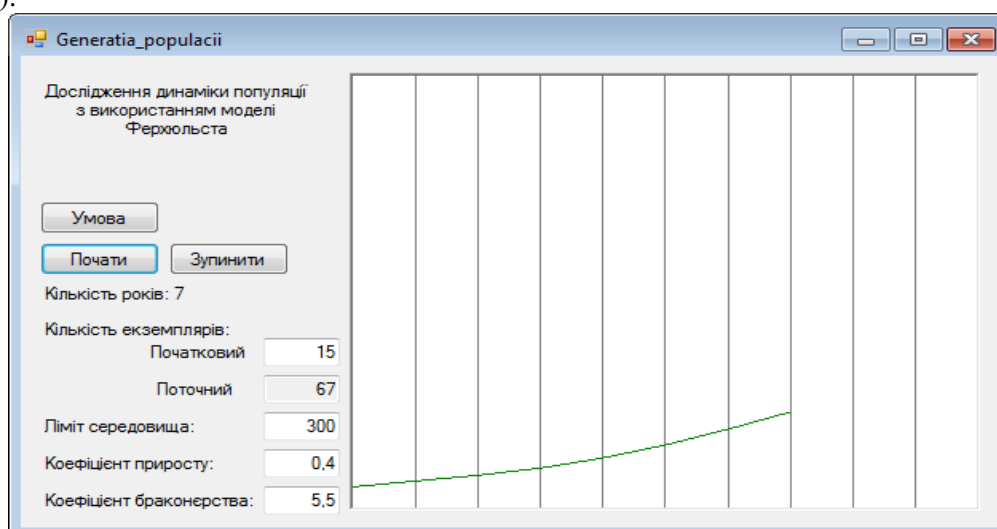


Рис. 2. Оцінка чисельності популяції кабанів з 2019 по 2026 роки за даними обліку і з допомогою моделі для Більче-Золотецького і Улашківського лісництв.

Застосування моделі для розрахунку динаміки чисельності популяції кабанів дало хороші результати за період з 2019 ( $n = 7$  та  $n = 8$ , відповідно) по 2026 роки (рис. 2), що дозволило спрогнозувати зростання чисельності популяції обох лісництв до 67 особин.

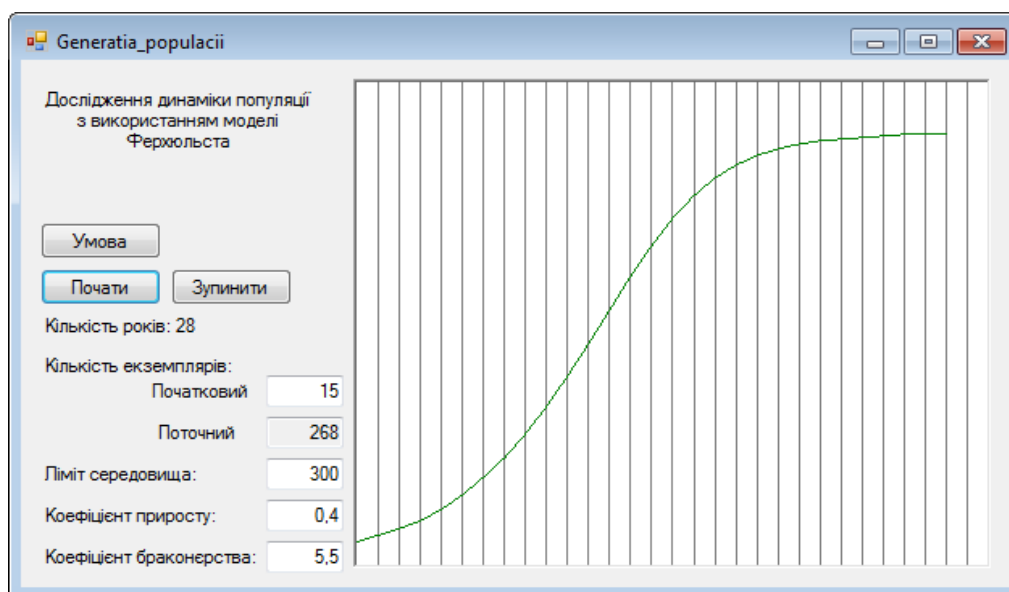


Рис. 3. Оцінка чисельності популяції кабанів із 2019 по 2047 роки з допомогою моделі для Більче-Золотецького і Улашківського лісництв.

Отримані в результаті обчислення значення або відповідали даним спостереження, або відрізнялися від них із незначною похибкою, фіксуючи збільшення чисельності за 10 років приблизно в 5 разів. Картина змінилася для останнього періоду спостережень. Модель дала чергове збільшення чисельності за 14 років і дані дослідження показали тенденцію до стабілізації чисельності популяції. Очевидно, цей факт можна пояснити порушенням середовища існування, спричиненим тривалими суцільними рубками, подолати які можна лише за умови втілення положення про запобігання злочинам і адміністративним правопорушенням у сфері лісового та мисливського господарства [16].

Згідно з моделлю за 2019 рік спостерігаємо ріст чисельності популяції. У 2023 році результати дослідження узгоджуються з останніми даними обліку. З 2025 по 2042 рік чисельність популяції кабана дикого мала би збільшуватися з подальшою стабілізацією до 2047 року (рис. 3).

Для всіх лісництв ДП «Чортківський лісгосп» кількість кабанів в 2019 році складає 115 особин, цю кількість ми можемо закласти в модель як початкову. За результатами роботи програми, через яку реалізуємо модель, бачимо, що стабілізація кількості особин популяції відбудеться через 10–12 років (рис. 4).

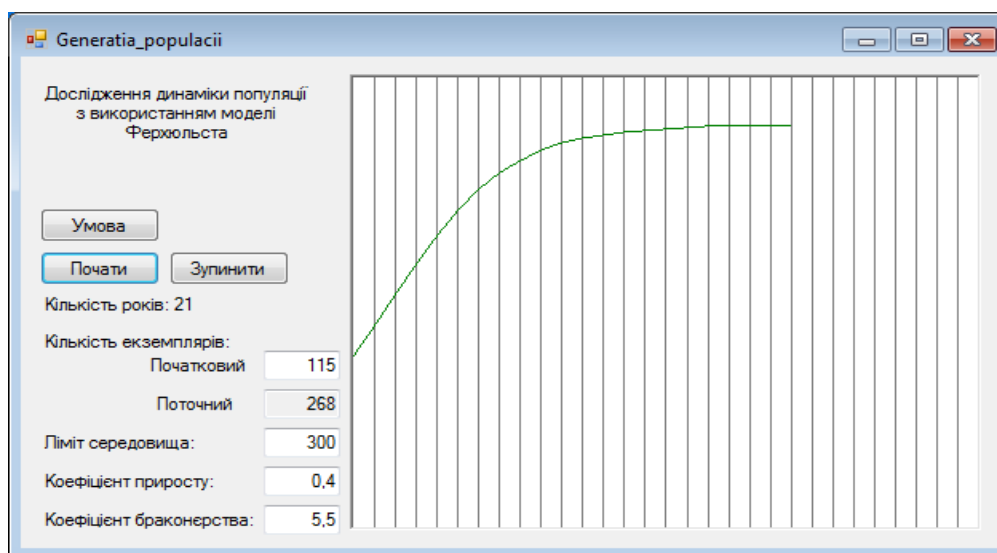


Рис. 4. Оцінка чисельності популяції кабанів з 2019 по 2036 роки з допомогою моделі для всіх лісництв ДП «Чортківський лісгосп».

Описана модель є схематичною, що обумовлено недоступністю або відсутністю більш повної інформації. Власне тому важливо звернути увагу на практичне значення моделі для визначення основних пріоритетів та напрямків моніторингу стану популяцій мисливських тварин. Перш за все потребують уточнення значення коефіцієнтів народжуваності і виживання, але загальна чисельність популяції, розрахована з допомогою моделі, суттєво не зміниться.

У той же час вона не описує динаміку чисельності популяції на інших територіях. Усяка популяція може переживати не тільки фази росту і стабілізації, але і фазу падіння чисельності. Зміни в майбутньому можливі в двох напрямках, причому одночасно: у сторону зменшення – внаслідок зменшення території для існування під дією антропогенного впливу (суцільна рубка лісів), у бік збільшення – внаслідок зростання кормової бази і покращення умов існування.

Ще один потенційний напрямок для покращення моделі – це введення механізму внутрішньо-популяційної міграції кабанів. На сьогодні дуже мало даних щодо кількісної оцінки цього явища і не розроблена сама модель такого механізму.

Ще одне уточнення моделі пов'язане з динамікою просторового розподілу статевікової структури популяції. Було б цікаво реалізувати в моделі такий механізм і оцінити його числові параметри, а також вплив на розрахунки в цілому.

## Висновки

На основі вивчення та аналізу наукових робіт в галузі математичної біології виділено важливий підхід до опису популяцій, а саме – популяційний, – що дозволяє чітко відокремити докільця від досліджуваного об'єкта. У рамках цього підходу проведено аналіз моделей популяційної динаміки, у результаті якого був виділений клас дискретних матричних моделей (зокрема модель Ферхюльста), яка дозволяє аналізувати загальну чисельність популяції.

Зроблено прогноз зростання загальної чисельності популяції з перебігом часу. Показано, що результати, отримані за допомогою моделі Ферхюльста, достатньо добре узгоджені з

реальними даними, як для окремих лісництв, так і для ДП «Чортківське лісове господарство», загалом.

У свою чергу отримані результати моделювання є теоретичною і методичною основою як для визначення основних пріоритетів та напрямків моніторингу популяційної динаміки, так і прогнозування розвитку популяції у певних часових рамках, за допомогою чого можна здійснювати прогнозування чисельності популяцій не тільки мисливських тварин, а й усього тваринного населення України, що актуально в умовах російської агресії і, особливо, у період повоєнного відновлення довкілля.

1. Бондаренко В. Д., Різун Е. М. Актуальні питання стану і ведення мисливського господарства в Україні та можливі напрями їх вирішення: збірник наукових праць: *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Львів : РВВ НЛТУ України. 2016. Вип. 14. С. 180–184.
2. Ведення мисливського господарства у 2015 році. Державний комітет статистики України. Статистичний бюлетень. Київ, 2016. 17 с. URL: <https://www.calameo.com/read/007204981515bf976f35f> (дата звернення: 20.05.2023).
3. Виноградський О. Сучасні стратегії лісівництва. *Лісовий і мисливський журнал*. URL: <https://ekoinform.com.ua/?p=15960> (дата звернення: 20.05.2023).
4. Волох А. М. Великі ссавці південної України в ХХ ст. (динаміка ареалів, чисельності, охорона та управління) : автореф... докт. біол. наук. 03.00.08. Київ, 2004. 32 с.
5. Всеукраїнська екологічна ліга. Аналіз проекту розпорядження кабінету міністрів України «Про схвалення концепції розвитку мисливського господарства в Україні на період 2021–2025 роки» URL: <https://www.ecoleague.net/pres-tsentr-vel/novyny/2020-rik/hruden/item/2056-analiz-proiektu-rozporiadzhennia-kabinetu-ministriv-ukrainy-pro-skhvalennia-kontseptsii-rozvytku-myslyvskoho-hospodarstva-v-ukraini-na-period-2021-2025-roky> (дата звернення: 21.05.2023).
6. Голубець М. А. Геосоціосистемологія – теоретична основа еколого суспільно економічного прогресу. *Вісн. НАН України*. 2014. № 6. С. 31–40.
7. Грод І. М., Загороднюк І. В., Шевчик Л. О., Кравець Н. Я. Моделювання чисельності гризунів у лісових біотопах Західного Поділля (на прикладі *Myodes glareolus*). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2021. Вип. 1–2 (81). С. 19–30.
8. Грод І. М., Кравець Н. Я., Шевчик Л. О. Прогнозування зміни чисельності комах-запилювачів в залежності від кількості груп рослин виділеної території. *Фізико-математична освіта*. 2018. 3. С. 37–44.
9. Домніч В. І. Роль копитних (Cervidae, Bovidae) та хижих (Canidae) у біогеоценозах окремих районів Палеарктики : автореф... докт. біол. наук. 03.00.07 Дніпропетровськ, 2008. 42 с.
10. Жук Ю. О. Системні особливості освітнього середовища як об'єкта інформатизації. *Післядипломна освіта в Україні*. 2003. № 2. С. 35–38.
11. Загороднюк І., Дикий І. Мисливська теріофауна України: видовий склад і вернакулярні назви. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. Вип. 58. С. 21–44.
12. Литвинова С. Г. Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1 (15). С. 83–89.
13. Маценко В. Г. Математичне моделювання: навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
14. Межжерин С. В. Животные ресурсы Украины в свете стратегии устойчивого развития Аналитический справочник. Киев: Логос, 2008. 282 с.
15. Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації : Наказ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України № 414 від 05.10.2022 URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MN026061> (дата звернення: 21.05.2023).
16. Про затвердження Положення про державну лісову охорону, лісову охорону інших лісокористувачів та власників лісів : Постанова Кабінету міністрів України N 976 від 16.09.2009 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/976-2009-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.05.2023).
17. Про мисливське господарство та полювання : Закон України від 22.02.2000 № 1478-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. №18. Ст.132. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1478-14#Text> (дата звернення: 20.05.2023).
18. Різун Е., Бондаренко В. Динамічні тенденції стану популяцій мисливської теріофауни України та пропозиції щодо вдосконалення облікових робіт. *Праці Теріологічної Школи*. 2016. № 14. С. 34–40.

19. Синякевич І. М. Екологічна політика. Стратегія подолання глобальних екологічних загроз : монографія. Львів : ЗУКЦ Нац. Лісо-техн. Ун-т України, 2011. 331 с.
20. Терно С. О. Проблемні задачі з історії для старшокласників: дидактичний посібник для учнів 10–11 класів загальноосвіт. нав. закл. Запоріжжя : Просвіта, 2006. 32 с.
21. Balyk N., Grod I., Vasylenko Y., Oleksiuk V., Rogovchenko Y. Project-based learning in a computer modelling course. *Journal of Physics: Conf. Ser.* 2021. Vol. 1840 e012032. URL: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012032> (Last accessed: 20.05.2023).

## References

1. Bondarenko V. D., Rizun E. M. Aktualni pytannia stanu i vedennia myslyvskoho hospodarstva v Ukraini ta mozhyvi napriamy ikh vyrishennia: zbirnyk naukovykh prats: *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*. Lviv : RVV NLTU Ukrainy. 2016. №. 14. S. 180–184. [in Ukrainian]
2. Vedennia myslyvskoho hospodarstva u 2015 rotsi. Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. Statystychnyi biuletyn. Kyiv, 2016. 17 s. URL: <https://www.calameo.com/read/007204981515bf976f35f> (data zvernennia: 20.05.2023). [in Ukrainian]
3. Vynohradskyi O. Suchasni stratehii lisivnytstva. Lisovy i myslyvskyi zhurnal. URL: <https://ekoinform.com.ua/?p=15960> (data zvernennia: 20.05.2023). [in Ukrainian]
4. Volokh A. M. Velyki ssavtsi pivdennoi Ukrainy v XX st. (dynamika arealiv, chyselnosti, okhrona ta upravlinnia): avtoref... dokt. biol. nauk. 03.00.08. Kyiv, 2004. 32 s. [in Ukrainian]
5. Vseukrainska ekolohichna liha. Analiz proiektu rozporiadzhennia kabinetu ministriv Ukrainy «Pro skhvalennia kontseptsii rozvytku myslyvskoho hospodarstva v Ukraini na period 2021–2025 roky» URL: <https://www.ecoleague.net/pres-tsentr-vel/novyny/2020-rik/hruden/item/2056-analiz-proiektu-rozporiadzhennia-kabinetu-ministriv-ukrainy-pro-skhvalennia-kontseptsii-rozvytku-myslyvskoho-hospodarstva-v-ukraini-na-period-2021-2025-roky> (data zvernennia: 21.05.2023). [in Ukrainian]
6. Holubets M. A. Heosotsiosystemolohiia – teoretychna osnova ekolooho suspilno ekonomichnoho prohresu. *Visn. NAN Ukrainy*. 2014. No 6. S. 31–40. [in Ukrainian]
7. Hrod I. M., Zahorodniuk I. V., Shevchuk L. O., Kravets N. Ya. Modeliuvannia chyselnosti hryzuniv u lisovykh biotopakh Zakhidnoho Podillia (na prykladi *Myodes glareolus*). *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. 2021. Vyp. 1–2 (81). S. 19–30. [in Ukrainian]
8. Hrod I. M., Kravets N. Ya., Shevchuk L. O. Prohnozuvannia zminy chyselnosti komakh-zapyliuvachiv v zalezhnosti vid kilkosti hrup roslyn vydilenoj terytorii. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. 3. C. 37–44. [in Ukrainian]
9. Domnich V. I. Rol kopytnykh (Cervidae, Bovidae) ta khyzhykh (Canidae) u bioheotsenozakh okremykh rayoniv Palearktyky: avtoref... dokt. biol. nauk: 03.00.07. Dnipropetrovsk, 2008. 42 s. [in Ukrainian]
10. Zhuk Yu. O. Systemni osoblyvosti osvitnoho seredovyscha iak obiekta informatyzatsii. *Pisliadyplomna osvita v Ukraini*. 2003. No 2. S. 35–38. [in Ukrainian]
11. Zahorodniuk I., Dykyi I. Myslyvska teriofauna Ukrainy: vydovy sklad i vernakuliarni nazvy. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii biologichna*. 2012. Vyp. 58. S. 21–44. [in Ukrainian]
12. Lytvynova S. H. Vykorystannia system kompiuternoho modeliuvannia dlia proektuvannia doslidnytskykh zavdan. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. Vyp. 1 (15). S. 83–89. [in Ukrainian]
13. Matsenko V. H. Matematychno modeliuvannia: navchalnyi posibnyk. Chernivtsi : Chernivetskyi natsionalnyi universytet, 2014. 519 s. [in Ukrainian]
14. Mezhhzerin S. V. Zhivotnye resursy Ukrainy v svete strategii ustoychivogo razvitiia Analiticheskii spravochnik. Kyiv : Logos, 2008. 282 s. [in Russian]
15. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro derzhavnu lisovu okhronu, lisovu okhronu inshykh lisokorystuvachiv ta vlasnykiv lisiv : Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy N976 vid 16.09. 2009 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/976-2009-%D0%BF#Text> (data zvernennia: 21.05.2023). [in Ukrainian]
16. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro derzhavnu lisovu okhronu, lisovu okhronu inshykh lisokorystuvachiv ta vlasnykiv lisiv : Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy N 976 vid 16.09.2009 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/976-2009-%D0%BF#Text> (data zvernennia: 21.05.2023). [in Ukrainian]
17. Pro myslyvske hospodarstvo ta poliuvannia : Zakon Ukrainy vid 22.02.2000 No 1478-III. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. 2000. No18. St.132. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1478-14#Tex> (data zvernennia: 20.05.2023). [in Ukrainian]

18. Rizun E., Bondarenko V. Dynamichni tendentsii stanu populiatsii myslyvskoi teriofauny Ukrainy ta propozytsii shchodo vdoskonalennia oblikovykh robot. *Pratsi Teriologichnoi Shkoly*. 2016. No 14. S. 34–40. [in Ukrainian]
19. Syniakevych I. M. Ekologichna polityka. Stratehiia podolannia hlobalnykh ekologichnykh zahroz: monohrafiia. Lviv : ZUKTs Nats. liso-tekh. un-t Ukrainy, 2011. 331 s. [in Ukrainian]
20. Terno S. O. Problemni zadachi z istorii dlia starshoklasnykiv: dydaktychnyi posibnyk dlia uchniv 10-11 klasiv zahalnoosvit. nav. zakl. Zaporizhzhia : Prosvita, 2006. 32 s. [in Ukrainian]
21. Balyk N., Grod I., Vasylenko Y., Oleksiuk V., Rogovchenko Y. Project-based learning in a computer modelling course. *Journal of Physics: Conf. Ser.* 2021. Vol. 1840 e012032. URL: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012032> (Last accessed: 20.05.2023).

<sup>1</sup>I. M. Grod, <sup>1</sup>L. O. Shevchuk, <sup>1</sup>H. M. Holinei, <sup>2</sup>N. Ya. Kravets, <sup>1</sup>O. L. Glavatska

<sup>1</sup>Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

<sup>2</sup>I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

#### ANALYSIS OF THE POPULATION DYNAMICS OF THE WILD BOAR (*SUS SCROFA*, LINNAEUS, 1758) USING THE VERHULST MODEL

The article discusses the utilization of computer modeling as a key avenue for integrating modern information technologies into the modernization of environmental impact assessment (EIA). This process aims to identify the nature, intensity, and degree of the environmental and public health effects resulting from various economic activities.

To facilitate a comprehensive examination of biodiversity, the potential for interdisciplinary integration is explored. The article also delves into the practice of employing software environments for modeling biological issues using mathematical models and investigates the incorporation of these mathematical model algorithms into computer modeling processes. The effectiveness of a range of research tasks in biology is demonstrated, forming the foundation for interdisciplinary integration between the fields of nature, mathematics, and informatics.

Verhulst's mathematical model is employed to create a computer model for reproducing ecological processes, implemented using the Python programming environment. The article justifies the proposed methodology's validity through a practical, integrated approach, emphasizing the practical application of computer modeling using mathematical models to study biological processes.

*Key words: computer modeling, mathematical model, hunting animals, environmental impact assessment, biological processes, population.*

Надійшла 30.05.2023.

ubiquinone-10 solution ( $10^{-8}\text{M}$ ) – Q; methionine solution (0,001 %) – M; solution of paraoxybenzoic acid (POBA) (0,001 %) – P;  $\text{MgSO}_4$  solution (0,001 %) – Mg; combinations: vitamin E ( $10^{-8}\text{M}$ ) + ubiquinone-10 ( $10^{-8}\text{M}$ ) – EQ; vitamin E ( $10^{-8}\text{M}$ ) + methionine (0,001 %) + POBA (0,001 %) – EMP; vitamin E ( $10^{-8}\text{M}$ ) + methionine (0,001 %) + POBA (0,001 %) +  $\text{MgSO}_4$  (0,001 %) – EMPMg. Experimental water deficit is simulated with a 12% solution of PEG 6000.

It was observed that treating *T. aestivum* wheat seeds with solutions of paraoxybenzoic acid, ubiquinone-10, and magnesium sulfate under conditions of water deficit resulted in a 17.7 %, 16.5 %, and 16.2 % increase in the assimilation surface area of seedlings, respectively, compared to those subjected to water deficit conditions simulated using PEG 6000. Furthermore, the treatment of *T. aestivum* wheat seeds with solutions of ubiquinone-10, methionine, and the combination of vitamin E + ubiquinone-10 stimulated chlorophyll synthesis in wheat leaves, resulting in a 14.4 %, 11.3 %, and 15.4 % increase, respectively, compared to the group of plants whose seeds were germinated under conditions of slow water supply, resulting in a smaller leaf surface area, which is indicative of a xeromorphic leaf structure.

Treating the seeds with these specific solutions enhances photosynthetic productivity in conditions of moisture deficit by reinforcing the xeromorphic structure of the leaves. This underscores the high adaptability of wheat from the Provintsiarka variety to drought conditions.

It was determined that pre-treating seeds with a combination of vitamin E, methionine, paraoxybenzoic acid (POBA), and magnesium sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ) resulted in a 1.1 % increase in water accumulation in the shoots, in comparison to the measurements obtained from seedlings whose seeds were exposed to water deficit conditions simulated using PEG 6000.

Consequently, the application of metabolically active substances in seed treatment proves to be effective in enhancing the drought resistance of soft wheat *T. aestivum*. This approach can be incorporated as an integral component of the technology for cultivating grain crops under conditions of water deficit.

*Key words: soft wheat, metabolically active substances, PEG 6000, linear growth, assimilation surface area, chlorophyll a and b.*

Надійшла 06.06.2023.

УДК 581.143:577.175.1.05

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.10

С. О. ПРИПЛАВКО, В. М. ГАВІЙ, В. І. ШЕЙКО

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя  
вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600  
e-mail: gaviyv@gmail.com

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ВРОЖАЮ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ СОРТУ НАНТСЬКА**

У статті наведено порівняльну характеристику впливу метаболічно активних речовин: вітаміну Е, параоксибензойної кислоти (ПОбК), метіоніну,  $\text{MgSO}_4$  (магнію сульфат), убіхінону-10 та їх комбінацій, таких як: вітамін Е + убіхінон-10; вітамін Е + параоксибензойна кислота + метіонін; вітамін Е + параоксибензойна кислота + метіонін + магнію сульфат – на кількісні показники та якість урожаю коренеплодів моркви посівної сорту Нантська. Встановлено їх стимулювальний вплив на довжину, товщину, середню масу коренеплодів та вміст у них цукрів. Комбінація речовин вітамін Е + ПОбК + метіонін +  $\text{MgSO}_4$  протягом усього



вегетаційного періоду найефективніше стимулювала ріст коренеплоду в довжину, перевищуючи показники контролю на 5,23–14,51 % залежно від етапу дослідження. На середню масу коренеплоду ефективно впливали всі досліджувані сполуки, крім розчину вітаміну Е. Максимальну кількість моносахаридів у коренеплодах моркви на 1-му місяці зберігання виявлено за передпосівної обробки насіння убіхіноном-10, що перевищило показники контролю на 13,2 %. Вміст моносахаридів та дисахаридів у коренеплодах моркви протягом терміну зберігання помітно зменшився у всіх досліджуваних варіантах, але залишався вищим порівняно з контролем.

Передпосівна обробка насіння моркви метаболічно активними сполуками та їх комбінаціями сприяє покращенню кількісних показників врожаю, а також призводить до накопичення цукрів у коренеплодах моркви, що є вагомим показником її харчової цінності.

*Ключові слова:* метаболічно активні речовини, вітамін Е, убіхінон-10, параоксибензойна кислота, метіонін,  $MgSO_4$ , морква посівна, довжина коренеплоду, маса коренеплоду, вміст цукрів.

Розвиток сільського господарства вимагає запровадження нових ефективних способів збільшення врожаїв та покращення якості продукції. Отримувати високі врожаї стає все складніше через зміни клімату, виснаження ґрунтів, зменшення посівних площ. Ці причини є передумовами для проведення пошуку нових елементів технологій, які могли б покращити вирощування культурних рослин для отримання необхідної кількості продукції. Такими елементами технологій може бути передпосівна обробка насіння біологічно активними речовинами, які забезпечуватимуть рослини енергетичним та пластичним матеріалом, будуть оптимізувати та контролювати конкретні фізіологічні функції, біохімічні реакції, підтримувати та поліпшувати загальний стан рослин, захищати організм від несприятливих умов навколишнього середовища. Одним із заходів, який може допомогти у вирішенні даної проблеми, є застосування для обробки насіння перед сівбою метаболічно активних речовин, що синтезують самі рослини. При їх застосуванні екзогенно у рослин проявляються нові біологічні властивості, які сприяють підвищенню врожайності та поліпшенню якості вирощуваної продукції [2]. Саме тому вивчення впливу метаболічно активних речовин на процеси росту і розвитку рослин з метою підвищення продуктивності та поліпшення якості врожаю є актуальним.

Серед овочів найбільш поширеною культурою є морква. Вона переважає інші овочеві коренеплоди за вмістом сухих речовин (до 20 %), вуглеводів і вітамінів. Їй властиві високі поживні, дієтичні та лікувальні якості. Коренеплоди моркви містять велику кількість поживних речовин: каротину, аскорбінової кислоти, цукрів, амінокислот. У її складі виявлено майже всі відомі нині вітаміни. Посівні площі моркви в Україні щороку скорочуються через ризик втрати рентабельності. Тому оптимізація процесів росту моркви посівної за рахунок ефективних елементів технології вирощування може сприяти отриманню якісного врожаю у достатній для забезпечення потреб кількості [1].

Метою роботи було встановити вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на кількісні та якісні показники врожаю коренеплодів моркви посівної сорту Нантська.

### **Матеріали та методи досліджень**

Дослідження проводили на ділянці агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, відведеній для наукових досліджень. При цьому використовували такі речовини для передпосівної обробки насіння: вітамін Е, убіхінон-10, параоксибензойна кислота (ПОБК), метіонін, магнію сульфат ( $MgSO_4$ ). Розчини досліджуваних препаратів готували у таких концентраціях: вітамін Е ( $10^{-8}$  М), параоксибензойна кислота (0,001 %), метіонін (0,001 %),  $MgSO_4$  (0,001 %), убіхінон-10 (0,001 %). Також використовували комбінації зазначених речовин у складі: вітамін Е + убіхінон-10; вітамін Е + ПОБК + метіонін та вітамін Е + ПОБК + метіонін + магнію сульфат. Для порівняння ефективності впливу цих препаратів на досліджувані показники був використаний розчин регулятора росту рослин Вимпел у концентрації 20 г/л.

## ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Перед сівбою насіння замочували у досліджуваних розчинах та витримували добу, після чого злегка підсушували та висівали. Сівбу проводили у перші дні травня на попередньо підготовленій ділянці.

Для визначення впливу метаболічно активних речовин на формування коренеплодів моркви у різні періоди визначали їх середню довжину та діаметр, аналізуючи 20 рослин у триразовій повторності [8]. Також було визначено середню масу коренеплодів у період збирання врожаю. Визначення вмісту вільних цукрів: моно- та дисахаридів проводили спектрофотометричним методом, де використовувалася властивість цукрів легко розчинятися у воді. Пропонований метод заснований на зміні забарвлення розчину гліцерату міді при кип'ятінні його з витяжками цукрів [9].

Результати дослідження опрацьовували за допомогою методів математичної статистики з використанням стандартних вбудованих функцій пакета спеціалізованого програмного забезпечення MS Office Excel – 2010 (пакет «Аналіз даних»).

### Результати досліджень та їх обговорення

На показники врожайності моркви визначальний вплив мають розміри коренеплодів та їхня маса. Встановлено, що найефективнішою, за показником лінійного росту коренеплоду моркви, була комбінація речовин вітамін Е + ПОВК + метіонін + MgSO<sub>4</sub>, яка стимулювала ріст коренеплоду в довжину протягом усього вегетаційного періоду і переважала значення контролю на 5,23–14,51 % залежно від етапу дослідження (табл. 1).

*Таблиця 1*

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на лінійний ріст коренеплоду моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Середня довжина коренеплоду на період							
	25 червня		3 серпня		8 вересня		30 жовтня	
	см	% до конт-ролю	см	% до конт-ролю	см	% до конт-ролю	см	% до конт-ролю
Контроль	6,91	100	15,86	100	18,60	100	18,73	100
Вимпел	8,10*	117,22	14,12	89,03	17,90*	96,24	17,87*	95,41
MgSO <sub>4</sub>	6,42	92,91	15,84*	99,87	17,30	93,01	17,59	93,91
Вітамін Е	4,74	68,59	13,93	87,83	15,94	85,70	17,87	95,4
Убіхінон-10	6,87*	99,42	15,45*	97,41	18,08	97,20	19,29*	102,99
Метіонін	5,45	78,87	13,86	87,39	16,60	89,25	17,78*	94,93
ПОВК	6,53*	94,50	15,38	96,97	15,04	80,86	15,15	80,89
Убіхінон-10 + вітамін Е	5,93	85,81	16,23*	102,33	18,27*	98,23	17,69*	94,45
Віт. Е+ПОВК+ метіонін	8,06*	116,64	15,57	98,17	15,91	85,54	15,71	83,88
Віт. Е+ПОВК+ метіонін+MgSO <sub>4</sub>	7,53*	108,98	16,69*	105,23	21,13*	114,51	20,74*	110,73

*\*Примітка:* різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

Метаболічно активні речовини та їх комбінації статистично достовірно впливали і на діаметр коренеплоду моркви посівної сорту Нантська. Встановлено, що найефективнішою виявилась комбінація вітамін Е + ПОВК + метіонін + MgSO<sub>4</sub>, переважаючи показники контролю на 20,67 % у вересні та на 22,2 % у жовтні. Стимулювальний вплив на зазначений показник мала також передпосівна обробка насіння убіхіноном-10, перевищуючи значення у контролі на 12,5; 16,76 та 20,55 % залежно від дати дослідження (табл. 2).

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на показник діаметру коренеплоду моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Середній діаметр коренеплодів на період					
	3 серпня		8 вересня		30 жовтня	
	см	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю
Контроль	1,68±0,10	100	1,79±0,07	100	3,30±0,12	100
Вимпел	1,81±0,10	107,7	1,74±0,08	97,20	3,04±0,11	92,20
MgSO <sub>4</sub>	2,97±1,10*	176,78	1,64±0,09	91,62	3,35±0,1	101,67
Вітамін Е	1,42±0,09	84,50	1,84±0,13*	102,80	3,41±0,16	103,30
Убіхінон-10	1,89±0,10*	112,50	2,09±0,13	116,76	3,98±0,15*	120,55
Метіонін	1,89±0,20*	112,50	1,65±0,08	92,18	3,01±0,09	91,10
ПОБК	1,70±0,08	101,19	1,59±0,07	88,80	3,06±0,08	92,70
Убіхінон-10 + вітамін Е	1,75±0,10	104,17	1,57±0,08	87,70	2,87±0,09	87,20
Віт. Е+ПОБК+ метіонін	1,85±0,10	110,10	1,89±0,13	105,59	3,59±0,2	108,90
Віт. Е+ПОБК+ метіонін+MgSO <sub>4</sub>	1,56±0,10	92,86	2,16±0,10*	120,67	4,03±0,17*	122,20

\*Примітка: різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

На середню масу коренеплоду ефективно впливали всі досліджувані сполуки, крім розчину вітаміну Е (табл. 3).

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на показник середньої маси коренеплодів моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Середня маса коренеплодів з 10 рослин	
	г	% до контролю
Контроль	146,1±0,13	100
Вимпел	152,5±0,08	104,4
MgSO <sub>4</sub>	158,9±0,05	108,8
Вітамін Е	135,4±0,15	92,7
Убіхінон-10	176,0±0,09*	120,5
Метіонін	195,1±0,07*	133,8
ПОБК	156,8±0,04	107,4
Убіхінон-10 + вітамін Е	184,7±0,08*	126,4
Віт. Е+ПОБК + метіонін	165,3±0,11*	113,2
Віт. Е+ПОБК + метіонін+MgSO <sub>4</sub>	219,1±0,09*	150,0

\*Примітка: різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

Високу ефективність виявлено за передпосівної обробки насіння метіоніном, що на 33,8 % більше за показники контролю. Дію даного препарату можна пояснити тим, що метіонін безпосередньо впливає на ріст коренів [12]. Ефективно на масу коренеплодів впливали також комбінації досліджуваних речовин, зокрема комбінація вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO<sub>4</sub> сприяла збільшенню зазначеного показника на 50 % порівняно з контролем.

Отже, на кількісні показники врожаю коренеплодів моркви сорту Нантська найефективніше впливала комбінація метаболічно активних речовин у складі: вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO<sub>4</sub>. Її вплив на зазначені вище показники може бути обумовлений ефектами окремих компонентів, їх взаємодією, а також способом обробки рослин. Оскільки

застосовували саме передпосівну обробку насіння, то отримані результати досліджень можуть визначатися впливом досліджуваних сполук на метаболізм насінини. Кожна із метаболічно активних речовин (вітамін Е, параоксibenзойна кислота, метіонін та  $MgSO_4$ ) має свої властивості та здатна впливати на обмінні процеси в рослинному організмі. Так, вітамін Е (токоферол) є сильним антиоксидантом, який рослини використовують як складову захисних систем проти окиснювального стресу. Високий вміст токоферолів зумовлює стійкість до засолень, посухи, дії важких металів, озону, УФ-променів тощо. Вітамін Е координовано працює з іншими антиоксидантами та взаємодіє з фітогормонами (етиленом, абсцизовою та саліциловою кислотами й ін.) [11]. Параоксibenзойна кислота має виражену антимікробну активність і здатна пригнічувати ріст бактерій, цвілевих та інших грибів. Вона поєднує у собі властивості сигнального посередника і стресового фітогормону [10]. Метіонін, крім того, що входить до складу білків-ферментів, також є попередником у синтезі гормонів росту [7]. Джерелом додаткового живлення сільськогосподарських культур є мінеральне добриво – магнію сульфат. Магній входить до складу хлорофілу, впливає на інтенсивність фотосинтезу, бере участь у переміщенні фосфору в рослині і вуглеводному обміні, впливає на активність окисно-відновних процесів, входить до складу пектинових речовин, активізує ферментативні процеси, регулює колоїдно-хімічний стан протоплазми. Магній також активізує ферменти, зокрема фосфатазу. Сульфур контролює ріст і розвиток рослини, також, як і магній, бере участь у синтезі білків, ферментів, метаболізм, в окисно-відновних процесах клітини, підвищує стійкість до стресових умов, активізує відновні процеси [4].

Вуглеводи є найпоширенішим джерелом енергії, беруть участь у структурі клітинної мембрани та клітинних функцій, таких як ріст клітин тощо. Серед вуглеводів найбільш поширеними є моносахариди. Ці сполуки мають здатність приєднуватися до білків (у глікопротеїнах) та ліпідів (у гліколіпідах), діють як антигенні детермінанти, подають сигнали, що визначають клітинну локалізацію білків, та функціонують як сигнали, які дозволяють клітинам розпізнавати одна одну й брати участь в утворенні тканин та органів [6].

Моносахариди – це первинні органічні речовини, які утворюються з вуглекислого газу в процесі фотосинтезу. Вони використовуються як найбільш мобільне джерело енергії, так як легко вступають в окисно-відновні перетворення [5].

За результатами досліджень було встановлено, що метаболічно активні речовини при їх застосуванні для обробки насіння перед висівом збільшують вміст моносахаридів у коренеплодах моркви сорту Нантська. Максимальний їх вміст на 1-му місяці зберігання було отримано за передпосівної обробки насіння убіхіноном-10, що перевищило показники контролю на 13,2 % (табл. 4).

Найнижчі показники вмісту моносахаридів у коренеплодах моркви було одержано за обробки насіння метіоніном, що близькі до показників контролю. За 7 місяців зберігання вміст моносахаридів у коренеплодах моркви зменшився в усіх варіантах. Найбільші втрати моносахаридів спостерігалися у варіанті з використанням метаболічно активної речовини ПОВК і становили 11,93 мг/г сирої маси. Відомо, що серед процесів, які відбуваються в коренеплодах моркви під час зберігання, важливими є підв'ялювання коренеплодів та їх дихання. Під час підв'ялювання унаслідок випаровування вологи порушується тургор коренеплодів, що зумовлює коагуляцію колоїдів і руйнування структури цитоплазми. Підвищення інтенсивності дихання призводить до активізації діяльності ферментів розщеплення, що і знижує вміст моносахаридів у коренеплодах [5].

До цукрів, крім моносахаридів, належать олігосахариди. Одним з найбільш поширених олігосахаридів є дисахариди. Рослини використовують їх для транспортування фруктози, глюкози та галактози з однієї клітини в іншу. Саме від кількості дисахаридів залежить цукристість та смакові якості коренеплодів [6].

Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на вміст моносахаридів у коренеплодах моркви сорту Нантська

Варіант	Місяці зберігання						втрати, мг/г сирої маси	всього втрат, %
	1 місяць зберігання		4 місяці зберігання		7 місяців зберігання			
	мг/г сирої маси	% до контролю	мг/г сирої маси	% до контролю	мг/г сирої маси	% до контролю		
Контроль	129,00± 11,80	100	120,00± 15,87	100	106,00± 11,07	100	23	17,8
Вимпел	135,98± 11,12	105,4	127,99± 10,18	106,6	121,17± 10,89*	114,3	14,81	10,8
MgSO <sub>4</sub>	131,02± 10,13	101,5	129,15± 13,11	107,6	126,45± 11,16*	119,2	4,57	3,5
Вітамін Е	142,01± 10,82*	110,0	137,02± 11,02*	114,1	132,13± 10,02*	124,6	9,88	7,0
Убіхінон-10	146,05± 10,01*	113,2	144,01± 10,98*	120,0	140,09± 11,87*	132,1	5,96	4,1
Метіонін	130,02± 11,12	100,7	128,01± 10,87	106,6	123,09± 10,99*	116,1	6,93	5,4
ПОБК	134,01± 12,32	103,8	130,01± 11,44	108,3	122,08± 12,34*	115,1	11,93	8,9
Убіхінон-10+ вітамін Е	144,09± 11,14*	111,6	138,85± 13,11*	115,7	136,45± 12,46*	128,7	7,64	5,4
Вітамін Е+ПОБК+метіонін	131,00± 10,01	101,5	126,98± 12,41	105,8	122,67± 10,94*	115,7	8,33	6,4
Вітамін Е+ПОБК+метіонін+ MgSO <sub>4</sub>	133,04± 10,00	103,1	129,07± 11,76	107,5	124,15± 12,03*	117,1	8,89	6,7

\*Примітка: різниця достовірна порівняно з контролем (p<0,05)

За результатами досліджень визначено, що метаболічно активні речовини впливають на накопичення дисахаридів у коренеплодах моркви. Максимальний їх вміст у коренеплодах моркви сорту Нантська на 1 місяць зберігання виявлено за передпосівної обробки насіння убіхіноном-10, що перевищив показники контролю на 19,7 % (табл. 5). Високий вміст дисахаридів на початку зберігання визначено у варіанті з використанням комбінації убіхінон-10 + вітамін Е, яка перевищила показники у контролі на 18,3 %. Ефективність дії убіхінону-10 на вміст моносахаридів та дисахаридів можна пояснити тим, що убіхінон виконує дію природного антиоксиданта, також він входить до складу електронно-транспортного ланцюга, де транспортує електрони та впливає на утворення молекул АТФ [3]. Відомо також, що вітамін Е та убіхінон, поєднання яких є у складі досліджуваної комбінації ефективно впливали на накопичення дисахаридів, можуть виявляти імуностимулювальну, антифітвірусну та антибактеріальну активність [13].

Виявлено (табл. 5), що вміст дисахаридів у коренеплодах моркви протягом терміну зберігання помітно зменшився у всіх досліджуваних варіантах, але залишався вищим порівняно з показниками контролю, що підвищує харчову цінність коренеплодів. Зниження вмісту дисахаридів у коренеплодах моркви сорту Нантська пов'язане з інтенсивним їх розщепленням у весняний період.

Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на вміст дисахаридів у коренеплодах моркви сорту Нантська

Варіант	Місяці зберігання						всього втрат, мг/г сирої маси	Всього втрат, %
	1 місяць зберігання		4 місяці зберігання		7 місяців зберігання			
	мг/г сирої маси	% до контролю	мг/г сирої маси	% до контролю	мг/г сирої маси	% до контролю		
Контроль	467,02± 43,31	100	444,41± 38,21	100	413,12± 28,11	100	53,9	11,6
Вимпел	537,56± 19,07*	115,1	517,62± 12,09*	116,4	496,00 ±21,12*	120,0	41,56	7,8
MgSO <sub>4</sub>	480,62± 40,31	102,9	455,40± 31,51	102,4	421,39± 40,39	101,9	59,23	12,4
Вітамін Е	547,76± 17,07*	117,2	514,61± 12,01*	115,7	503,12± 28,11*	121,7	44,64	8,2
Убіхінон-10	559,07± 40,45*	119,7	517,41± 39,21*	116,4	485,13± 41,76*	117,4	73,94	13,3
Метіонін	484,56± 46,23	103,7	466,42± 34,55	104,9	452,34± 43,34	109,4	32,22	6,7
ПОБК	478,01± 24,14	102,3	455,31± 38,65	102,4	433,54± 25,41	104,9	44,47	9,4
Убіхінон-10 + вітамін Е	552,60± 33,45*	118,3	513,41± 38,21*	115,5	509,01± 39,89*	123,2	43,59	7,9
Вітамін Е + ПОБК+метіонін	494,62± 30,31	105,9	461,33± 25,12	103,8	450,42± 39,10	109,0	44,2	9
Вітамін Е + ПОБК+метіонін+ MgSO <sub>4</sub>	498,66± 22,37	106,7	466,45± 29,31	104,9	447,67± 40,09	108,3	50,99	10,3

\*Примітка: різниця достовірна порівняно з контролем (p <0,05)

### Висновки

Комбінація речовин вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO<sub>4</sub> протягом вегетаційного періоду найефективніше стимулює ріст коренеплоду моркви посівної у довжину, перевищуючи показники контролю на 5,23–14,51 % залежно від дати дослідження.

На середню масу коренеплоду ефективно впливали всі досліджувані сполуки, крім розчину вітаміну Е.

Використання метаболічно активних речовин та їх комбінацій для обробки насіння перед висівом призводить до підвищення цукристості коренеплодів моркви. Вміст моносахаридів та дисахаридів у коренеплодах моркви протягом терміну зберігання помітно зменшився у всіх досліджуваних варіантах, але залишався вищим порівняно з показниками контролю, що є вагомим свідченням їх харчової цінності.

Передпосівна обробка насіння моркви метаболічно активними сполуками може бути використана як елементи технології при вирощуванні овочевих культур.

1. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Морква столова – технологія вирощування. *Біологічні основи овочівництва*. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=23](https://agromage.com/stat_id.php?id=23) (дата звернення: 11.05.2023).

2. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. 352 с.
3. Донченко Г. В., Кучменко О. Б., Петухов Д. М. Біохімічні властивості і функціональна роль убихінону: практичні аспекти. *Український біохімічний журнал*. Київ, 2005. С. 24–36.
4. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.
5. Красільнікова Л. О., Авксентьєва О. О., Жмурко В. В. Біохімія рослин: навч. посіб. Х. : Колорит, 2007. 188 с.
6. Кучеренко М. Є., Виноградова Р. П., Бибенюк Ю. Д. Біохімія: підручник. Київ : Либідь, 1995. 464 с.
7. Полянчиков С. П., Ковбель А. І. Роль амінокислот у захисті культур від стресів. *Agromage*. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=1086](https://agromage.com/stat_id.php?id=1086) (дата звернення: 11.05.2023).
8. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Підручник. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
9. Dien D. C., Mochizuki T., Yamakawa T. Effect of various drought stresses and subsequent recovery on proline, total soluble sugar and starch metabolisms in Rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Plant Prod. Sci.* 2019. No 22. P. 530–545.
10. Jeong-Yong CHO, Jae-Hak MOON, Ki-Young SEONG, Keun-Hyung PARK. Antimicrobial Activity of 4-Hydroxybenzoic Acid and trans 4-Hydroxycinnamic Acid Isolated and Identified from Rice Hull. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 62:11, 2273–2276. DOI: 10.1271/bbb.62.2273.
11. Miret J. A., Munné-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Ann N Y Acad Sci.* 2015. P. 29–38. DOI: 10.1111/nyas.12639.
12. Ravanel S., Gakiere B., Job D., Douce R. The specific features of methionine biosynthesis and metabolism in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 1998. № 95. P. 7805–7812.
13. Stahl E., Hartmann M., Scholten N., Zeier J. A role for tocopherol biosynthesis in rhabdovirus basal immunity to bacterial infection. *Plant physiol*, 2019. № 181(3). P. 1008–1028. DOI: 10.1104/pp.19.00618.

## References

1. Barabash O. Yu., Taranenko L. K., Sych Z. D. Morkva stolova – tekhnolohiia vyroshchuvannia. *Biologichni osnovy ovochivnytstva*. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=23](https://agromage.com/stat_id.php?id=23) (data zvernennia: 11.05.2023). [in Ukrainian]
2. Hrytsaienko Z. M., Ponomarenko S. P., Karpenko V. P., Leontiuk I. B. Biologichno aktyvni rehovyny v roslynnystvi. Kyiv : ZAT «NICHLAVA», 2008. 352 s. [in Ukrainian]
3. Donchenko H. V., Kuchmenko O. B., Pietukhov D. M. Biokhimichni vlastyvoli i funktsionalna rol ubikhinonu: praktychni aspekty. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal*, 2005. С. 24–36. [in Ukrainian]
4. Kots S. Ia., Peterson N. V. Mineralni elementy i dobryva v zhyvlenni roslyn. Kyiv : Lohos, 2005. 150 s. [in Ukrainian]
5. Krasilnikova L. O., Avksentieva O. O., Zhmurko V. V. Biokhimiia roslyn: navch. posib. Kh. : Koloryt, 2007. 188 s. [in Ukrainian]
6. Kucherenko M. Ye., Vynogradova R. P., Bybeniuk Yu. D. Biokhimiia: pidruchnyk. Kyiv : Lybid, 1995. 464 s. [in Ukrainian]
7. Polianchikov S. P., Kovbel A. Y. Rol aminokyslot u zachysti kultur vid stresiv. *Agromage*. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=1086](https://agromage.com/stat_id.php?id=1086) (data zvernennia: 11.05.2023). [in Ukrainian]
8. Yeshchenko V. O., Kopytko P. H., Kostohryz P. V., Opryshko V. P. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk. Vinnytsia : PP «TD «Edelweis i K»», 2014. 332 s. [in Ukrainian]
9. Dien D. C., Mochizuki T., Yamakawa T. Effect of various drought stresses and subsequent recovery on proline, total soluble sugar and starch metabolisms in Rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Plant Prod. Sci.* 2019. No 22. P. 530–545.
10. Jeong-Yong CHO, Jae-Hak MOON, Ki-Young SEONG, Keun-Hyung PARK. Antimicrobial Activity of 4-Hydroxybenzoic Acid and trans 4-Hydroxycinnamic Acid Isolated and Identified from Rice Hull. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 62:11, 2273–2276. DOI: 10.1271/bbb.62.2273.
11. Miret J. A., Munné-Bosch S. Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E. *Ann N Y Acad Sci.* 2015. P. 29–38. DOI: 10.1111/nyas.12639.
12. Ravanel S., Gakiere B., Job D., Douce R. The specific features of methionine biosynthesis and metabolism in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 1998. № 95. P. 7805–7812.
13. Stahl E., Hartmann M., Scholten N., Zeier J. A role for tocopherol biosynthesis in rhabdovirus basal immunity to bacterial infection. *Plant physiol*, 2019. № 181(3). P. 1008–1028. DOI: 10.1104/pp.19.00618.

*S. O. Pryplavko, V. M. Havii, V. I. Sheiko*

Mykola Gogol Nizhyn State University, Nizhyn, Ukraine

THE INFLUENCE OF PRE-SOWING SEED TREATMENT WITH METABOLIC ACTIVE SUBSTANCES ON THE QUANTITATIVE AND QUALITATIVE INDICATORS OF THE YIELD OF ROOT FRUITS OF NANTSKA VARIETY

The development of agriculture necessitates the adoption of new and effective methods to increase yields and enhance product quality. Obtaining high-quality agricultural products is becoming increasingly challenging due to climate variations, soil depletion, and decreasing arable land. These factors underscore the need to explore additional technologies that can enhance the cultivation of crops to meet the demand for quality produce. Pre-sowing seed treatment with metabolically active substances represents one such promising technology.

The objective of our study was to investigate the impact of metabolically active substances and their combinations on the processes of yield formation and the quality of carrots from the Nantska seed variety. The following substances were used for pre-sowing treatment of carrot seeds: vitamin E, ubiquinone-10, paraoxybenzoic acid (POBA), methionine, and magnesium sulfate (MgSO<sub>4</sub>).

Our findings revealed a positive influence of metabolically active compounds on various parameters, including root length, thickness, average root mass, and sugar content in the carrots. The combination of substances, specifically vitamin E + POBA + methionine + MgSO<sub>4</sub>, exhibited the most significant effect on root length throughout the growth period, surpassing control measurements by 5.23 % to 14.5 1%, depending on the stage of the study. All tested compounds, except for the vitamin E solution, had a favorable impact on the average root mass. Pre-sowing seed treatment with ubiquinone-10 resulted in the highest monosaccharide content in carrot roots after one month of storage, surpassing control measurements by 13.2 %. Although the monosaccharide and disaccharide content in carrot roots decreased during storage in all studied conditions, it remained higher compared to the control measurements, indicating enhanced nutritional value.

In summary, pre-sowing seed treatment of carrots with metabolically active compounds and their combinations demonstrates the potential to improve both quantitative harvest indicators and sugar content in carrot roots, reflecting increased nutritional value. Incorporating pre-sowing treatment with metabolically active compounds into cultivation practices can be valuable in the production of vegetable crops.

*Key words: metabolically active substances, vitamin E, ubiquinone-10, paraoxybenzoic acid, methionine, MgSO<sub>4</sub>, seed carrots, root length, root weight, sugar content.*

Надійшла 07.06.2023.



# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 581.1:633.11:632.112

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.9

Ю. М. ПАЛИВОДА, В. М. ГАВІЙ

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя  
вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600  
e-mail: yulia.palivoda@gmail.com

## **ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА ФОРМУВАННЯ КСЕРОМОРФНОЇ СТРУКТУРИ ЛИСТКІВ ТА ВОДНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПАГОНІВ ПРОРОСТКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ЗА УМОВ ВОДНОГО ДЕФІЦИТУ**

---

У статті наведено порівняльну характеристику впливу метаболічно активних речовин та їх комбінацій на формування ксероморфної структури листків та водний потенціал пагонів проростків пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) в умовах водного дефіциту. Встановлено, що використання метаболічно активних речовин в умовах водного дефіциту позитивно впливає на площу асиміляційної поверхні проростків та стимулює синтез хлорофілів *a* і *b* у листках пшениці. Збільшення вмісту зелених фотосинтетичних пігментів за відносно незначної площі асиміляційної поверхні є показником ксероморфної структури листків, що вказує на високу адаптаційну здатність пшениці м'якої сорту Провінціалка до умов посухи. Обробка насіння метаболічно активними речовинами сприяє накопиченню води в пагонах, що є одним із напрямів пристосування до збереження оптимального обводнення тканин в умовах водного дефіциту.

*Ключові слова:* пшениця м'яка, метаболічно активні речовини, ПЕГ 6000, лінійний ріст, площа асиміляційної поверхні, хлорофіл *a* та *b*.

Пшениця є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Україна належить до країн лідерів у світовому виробництві пшениці, посівні площі якої становлять понад 22 % площ посівів усіх зернових культур. Нарощування виробництва пшениці в Україні зростає та є пріоритетним завданням. Але несприятливі умови навколишнього середовища, що зумовлені глобальними змінами клімату, призводять до зниження урожайності зернових. Одним із найгостріших екологічних факторів, який негативно впливає на фізіологічні процеси росту і розвитку пшениці та призводить до зниження урожайності, є водний дефіцит, спричинений посухою. Посуха є фізіологічною формою водного дефіциту. Ґрунтова посуха – один із головних чинників, що лімітує продуктивність сільськогосподарських культур. Недостатнє водозабезпечення гальмує фізіолого-біохімічні процеси, ріст і розвиток рослин [30]. Шкідлива дія посухи полягає у зневодненні та порушенні метаболічних процесів у рослинах, що призводить до розпаду білків, зміни стану цитоплазми клітини і, як наслідок, до зниження кількості накопиченої рослинами органічної речовини [13, 28].

Реакція рослин на дефіцит вологи є комплексною відповіддю, яка включає сприйняття рослинним організмом дії стресора та формування різних складних механізмів стійкості й адаптації [29].

Питання щодо вивчення механізмів посухостійкості пшениці м'якої (*T. aestivum*) є актуальними, оскільки вони орієнтовані на вивчення реакцій рослин на водний дефіцит та впровадження методів підвищення стійкості рослин до посухи.

Згідно з дослідженням Dencic та інші [21] невеликий розмір рослин та зменшена площа листків пов'язані із посухостійкістю. Авторами [31] з'ясовано, що першою фізіологічною реакцією рослин в умовах водного дефіциту є зменшення транспірації продирами.

Водний потенціал у тканинах рослини може підтримуватися на високому рівні за рахунок зменшення втрат води шляхом продирової транспірації.

Українські вчені, вивчаючи механізми посухостійкості рослин [11], дійшли висновку, що рослини з підвищеною посухостійкістю часто мають хромоморфні структури: менші та товстіші листки, більше епідермальних трихом, менші та щільніші продири, товстіший епідерміс кутикули, більш розвинену судинну систему тощо. Трихоми епідермісу листків зменшують транспірацію рослин в умовах інтенсивного освітлення та допомагають відбивати світло.

В умовах водного стресу спостерігаються підвищені співвідношення маси коренів і пагонів. Тривалий час зазначені параметри використовувалися як критерій для характеристики посухостійкості рослин [20].

Головною стратегією адаптації рослин до дефіциту води є підтримання водного балансу економним витрачанням води, інгібуванням росту молодих листків, скиданням частини листків для зменшення площі поверхні випаровування. З'ясовано [3], що за ранішого закривання продирих, швидше зменшуються втрати води.

Рослини використовують різні механізми для пом'якшення несприятливих наслідків посухового стресу. Актуальними є дослідження стратегій стійкості до посухи, серед яких велике значення, для підвищення посухостійкості на різних стадіях росту рослин, має застосування екзогенних регуляторів, синтетичних гормонів і сполук. Встановлено, що використання природних антиоксидантів (аскорбінова та саліцилова, гумінові кислоти, фітогормони, вітаміни тощо) здатне індукувати стійкість до абіотичних стресорів у рослин. Застосування саліцилової кислоти та  $\alpha$ -токоферолу підвищує вміст зелених фотосинтетичних пігментів у листках в умовах посухи [18].

На сьогодні актуальною проблемою є розробка найбільш ефективних та найменш шкідливих для навколишнього середовища індукторів стійкості рослин.

Передпосівна обробка насіння пшениці фітопрепаратами на основі екстрактів з рослин, які характеризуються високим вмістом антиоксидантів, сприяє індукції адаптивних реакцій до дефіциту вологи у субстраті, морфологічних та біохімічних змін у проростків, посиленню розвитку надземних органів, покращенню показників водного режиму (зниження водного дефіциту, підвищення вмісту води та інтенсивності транспірації в листках) [22].

В умовах сьогодення у галузі рослинництва часто використовують метаболічно активні речовини, які стимулюють фізіолого-біохімічні показники зернових культур [7].

Метою роботи було дослідження впливу обробки насіння метаболічно активними речовинами на механізми формування посухостійкості проростків пшениці м'якої за умов водного дефіциту, змодельованого за допомогою ПЕГ 6000.

### Матеріали та методи досліджень

Для дослідження використовували насіння пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) сорту Провінціалка селекції Носівської селекційно-дослідної станції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Цей сорт є одним із найбільш придатних для вирощування продовольчого зерна високої якості в зонах Лісостепу та Полісся, характеризується високою посухостійкістю (6,6–8 балів) [2]. Дослідження проводилися в навчально-науковій лабораторії з біохімічних та медико-валеологічних досліджень Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Для моделювання водного

дефіциту використовували розчин нейногенного високомолекулярного полімеру поліетиленгліколю 6000 (ПЕГ 6000) концентрацією 12 %. За дослідженнями [24, 26], зазначена концентрація ПЕГ 6000 є оптимальною для оцінки на стійкість до посухи.

Вивчення впливу метаболічно активних речовин на механізми формування посухостійкості проростків пшениці м'якої (*T. aestivum*) за тривалої дії водного дефіциту проводили в чашках Петрі, насіння пшениці замочували на 3 години у розчинах речовин та їх комбінацій. Дослідження передбачало використання таких варіантів:

1. контроль (необроблене насіння + дистильована вода);
2. обробка насіння розчином ПЕГ 6000 (12 %);
3. обробка насіння розчином вітаміну Е ( $10^{-8}$ М) – Е;
4. обробка насіння розчином убіхінону-10 ( $10^{-8}$ М) – Q;
5. обробка насіння розчином метіоніну (0,001 %) – М;
6. обробка насіння розчином параоксibenзойної кислоти (ПОБК) (0,001 %) – П;
7. обробка насіння розчином  $MgSO_4$  (0,001 %) – Mg;
8. обробка насіння комбінацією речовин: вітамін Е ( $10^{-8}$ М) + убіхінон - 10 ( $10^{-8}$ М) – EQ;
9. обробка насіння комбінацією речовин: вітамін Е ( $10^{-8}$ М) + метіонін (0,001 %) + ПОБК (0,001 %) – ЕМП;
10. обробка насіння комбінацією речовин: вітамін Е ( $10^{-8}$ М) + метіонін (0,001 %) + ПОБК (0,001 %) +  $MgSO_4$  (0,001 %) – ЕМПМg.

У зазначених концентраціях метаболічно активні сполуки виявили високу ефективність щодо впливу на фізіологічні та біохімічні показники зернових та зернобобових культур [5, 7]. Повторність дослідів чотириразова.

Оброблене насіння заливали 20 мл 12 % розчину ПЕГ 6000 і пророщували протягом 10 діб у термостаті за температури 20°C. На 7 день визначали біометричні показники проростків, на 10 день – загальний вміст хлорофілів (спектрофотометричним методом) [12].

Опрацьовували матеріал за допомогою методів математичної статистики з використанням стандартних вбудованих функцій пакета спеціалізованого програмного забезпечення MS Office Excel – 2010 (пакет «Аналіз даних»).

### Результати досліджень та їх обговорення

Посухостійкість – це комплексна ознака, що контролюється цілісною системою організму і проявляється в його здатності витримувати значне зневоднення та перегрівання, зберігаючи за цих умов нормальний ріст, розвиток та відтворення. Стійкість рослин до посухи пов'язана з низкою подій на морфологічному, фізіологічному та молекулярному рівнях.

Для нормального росту і розвитку рослин необхідний баланс між надходженням та втратами води, тобто, щоб рослина підтримувала свій водний баланс без великого дефіциту. Посухостійкими рослинами вважають ті, в яких у процесі природного добору сформувалися пристосування до поглинання води (потужна коренева система), її транспорту (спеціальна провідна система) та скорочення випаровування (система покривних тканин і система саморегульованого продихового апарату). Не зважаючи на зазначені вище пристосування, у рослині часто спостерігається водний дефіцит [9].

Ученими [6, 10] з'ясовано, що запобігання висиханню рослин досягається завдяки їхнім морфологічним та анатомічним пристосуванням до збереження оптимального обводнення тканин при сухості повітря та ґрунту. Це здійснюється трьома основними напрямками:

- 1) посилення поглинання води з ґрунту завдяки збільшенню потужності кореневої системи та зниженню водного потенціалу коренів;
- 2) регулювання втрати води за допомогою ксероморфної будови листків (невелика площа листової поверхні при високому вмісті фотосинтетичних пігментів);
- 3) накопичення води та активізація її транспорту.

Основним асиміляційним органом рослин, у якому утворюються органічні речовини, що слугують структурно-енергетичним матеріалом для всього організму, є листок. За дефіциту води листки пшениці мають ксероморфну будову, яка проявляється у зменшенні площі листової поверхні та затримці процесів клітинного росту, кращому розвитку стовпчастої

паренхіми [3]. Розмір асиміляційного листкового апарату та період його активної дії є прямим показником фотосинтетичної активності рослини [14]. Фізіологічні показники площі асиміляційної поверхні проростків пшениці м'якої за пророщування в умовах уповільненого надходження води на розчині ПЕГ 6000 із попереднім замочуванням насіння у розчинах метаболічно активних сполук наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Площа асиміляційної поверхні проростків пшениці м'якої (*T. aestivum*) сорту Провінціалка за умов водного дефіциту, змодельованого за допомогою ПЕГ 6000 за дії метаболічно активних речовин

Варіант досліджу	Площа листкової пластинки, см <sup>2</sup>	% до контролю
Контроль	3,38±0,18	100,0
ПЕГ 6000	2,74±0,20	81,1
ПЕГ+Е	3,03±0,18#	89,6
ПЕГ+Q	3,30±0,36#	97,6
ПЕГ+М	2,53±0,21	74,9
ПЕГ+П	3,34±0,17#	98,8
ПЕГ+Mg	3,29±0,25#	97,3
ПЕГ+EQ	3,07±0,13#	90,8
ПЕГ+ЕМП	2,89±0,14#	85,5
ПЕГ+ЕМПMg	3,15±0,14#	93,2

Примітка. # – різниця достовірна порівняно з групою рослин, насіння яких пророщували в умовах уповільненого надходження води на розчині ПЕГ (p<0,05)

Згідно отриманих результатів, асиміляційна поверхня проростків пшениці м'якої на розчині ПЕГ 6000 є найменшою. Обробка насіння метаболічно активними речовинами збільшила показники площі асиміляційної поверхні проростків. Так, за обробки насіння пшениці *T. aestivum* розчином П в умовах водного дефіциту площа асиміляційної поверхні проростків зросла на 17,7 %, за обробки розчином Q – на 16,5 %, розчином Mg – на 16,2 % порівняно з площею асиміляційної поверхні проростків, насіння яких знаходилося в умовах водного дефіциту, змодельованого за допомогою ПЕГ 6000. Висока ефективність щодо збільшення площі асиміляційної поверхні проростків пшениці в умовах посухи була виявлена також за використання комбінації ЕМПMg.

Фотосинтетична система дуже чутлива до несприятливих факторів навколишнього середовища і стрес від посухи призводить до пошкодження реакційних центрів [25]. Концентрація хлорофілу вважається чутливим індикатором стану рослини і стійкості її до водного стресу. Учені Ірану та Азербайджану довели, що існує тісна взаємодія між генотипами та водним дефіцитом на вміст хлорофілу у різних сортів твердої пшениці [34]. Згідно їх досліджень вміст хлорофілу під час водного дефіциту підвищується у сортів, які мають високий індекс посухостійкості, і зменшується у нестійких сортів. Це пояснюється вищим рівнем антиоксидантів у посухостійких сортів пшениці та більшою стійкістю молекул хлорофілу до окисного пошкодження. У дослідженнях, де вивчали наслідки м'якої і помірної посухи, було показано незмінність вмісту хлорофілів [23]. У працях І.Г. Шматька та співавторів [15] показано, що за умов водного дефіциту посухостійкі сорти озимої пшениці характеризувалися стійкою пігментною системою порівняно із нестійкими сортами. На вміст фотосинтетичних пігментів та інтенсивність фотосинтезу в пшениці істотно впливають елементи мінерального живлення. Їх дефіцит призводить до зниження кількості пігментів у листкових пластинках рослин [8].

Результати дослідження впливу метаболічно активних речовин на вміст хлорофілу в листках проростків пшениці в умовах водного дефіциту представлено у таблиці 2.

Вміст суми хлорофілів *a* і *b* у тканинах листків проростків пшениці м'якої сорту Провінціалка в умовах водного дефіциту, змодельованого за допомогою ПЕГ 6000 за дії метаболічно активних речовин

Варіант досліджу	Хлорофіл <i>a+b</i>	
	мг/г	% до контролю
Контроль	0,97±0,05	100,0
ПЕГ 6000	1,09±0,04	112,4
ПЕГ+Е	1,09±0,04	112,4
ПЕГ+Q	1,23±0,07#	126,8
ПЕГ+М	1,20±0,15#	123,7
ПЕГ+П	1,09±0,03	112,4
ПЕГ+Mg	0,99±0,05	102,1
ПЕГ+EQ	1,24±0,05#	127,8
ПЕГ+ЕМП	0,96±0,06	99,0
ПЕГ+ЕМПМg	1,17±0,07#	120,6

Примітка. # – різниця достовірна порівняно з групою рослин, насіння яких пророщували в умовах уповільненого надходження води на розчині ПЕГ ( $p < 0,05$ )

Згідно отриманих результатів, обробка насіння пшениці комбінацією EQ збільшила показник суми хлорофілів *a* і *b* у листках на 27,8 % порівняно з контролем і на 15,4 % порівняно з проростками, насіння яких знаходилося в умовах посухи. Висока ефективність щодо вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках проростків пшениці в умовах посухи була відмічена також при використанні таких метаболічно активних речовин, як Q та M та комбінації ЕМПМg. Площа асиміляційної поверхні проростків пшениці м'якої зазначених груп рослин є меншою порівняно з показниками контролю.

Отже, збільшення вмісту зелених фотосинтетичних пігментів за обробки насіння пшениці комбінацією EQ, ЕМПМg та метаболічно активними речовинами Q та M відносно незначної площі асиміляційної поверхні є показником ксероморфної структури листків, що вказує на високу адаптаційну здатність пшениці м'якої сорту Провінціалка до умов посухи та застосування одного з механізмів стійкості до посухи.

Важливою фізіологічною характеристикою, яка впливає на водний потенціал листків та швидкість транспірації, є відносний вміст води у тканинах рослини. Цей показник вважається маркером водного стану рослин, який регулює метаболічну активність у тканинах. Вміст і стан води у клітинах впливає на структуру протоплазми й адсорбційні процеси. У стресових умовах у проростків пшениці спостерігали зневоднення тканин листків та збільшення водного дефіциту. Ученими з'ясовано, що стійкі до посухи рослини економніше витрачають воду на формування сухої речовини, ніж нестійкі. Це спостерігається як в умовах достатнього, так і недостатнього водозабезпечення [4]. Більш стійкі до посухи рослини здатні запасати воду та більш економно її витратити. У рослинних організмів є декілька адаптивних стратегій, які вони використовують у засушливі періоди. Однією з них є накопичення води у тканинах, за рахунок цього підтримується необхідна гідратація клітин і органів.

У змодельованих умовах посухи у проростків пшениці спостерігали зневоднення тканин проростків (табл. 3).

Упродовж дослідження впливу метаболічно активних речовин на вміст води в проростках *T. aestivum* було з'ясовано, що зазначений показник у тканинах пагону був меншим у варіанті ПЕГ 6000 у порівнянні з контролем на 5,1 %, тобто в умовах уповільненого надходження води. Попереднє замочування насіння пшениці в розчинах Е, М, ЕМПМg пом'якшує інгібує вплив змодельованого водного дефіциту. У порівнянні з ПЕГ 6000 найбільш ефективно стимулює накопичення води у тканинах пагону (на 1,1 %) комбінація ЕМПМg.

Вміст води у тканинах проростків пшениці м'якої сорту Провінціалка в умовах водного дефіциту, змодельованого за допомогою ПЕГ 6000 за дії метаболічно активних речовин

Варіант досліджу	Вміст води у тканинах пагонів	
	%	% до контролю
Контроль	88,54±0,36	100,0
ПЕГ 6000	84,02±0,29	94,9
ПЕГ+Е	84,07±0,43#	95,0
ПЕГ+Q	82,34±0,31	93,0
ПЕГ+М	84,44±0,31#	95,4
ПЕГ+П	82,72±0,52	93,4
ПЕГ+Mg	83,15±0,27	93,9
ПЕГ+EQ	82,19±0,43	92,8
ПЕГ+ЕМП	81,57±0,44	92,1
ПЕГ+ЕМПMg	84,91±0,21#	96,0

*Примітка.* # – різниця достовірна порівняно з групою рослин, насіння яких пророщували в умовах уповільненого надходження води на розчині ПЕГ ( $p < 0,05$ )

Отже, рослини здатні підтримувати фізіологічні процеси в умовах легкого або помірного стресу від посухи шляхом коригування певних морфологічних структур, щоб уникнути негативних наслідків стресу від посухи. Попередня обробка насіння метаболічно активними речовинами пшениці м'якої виявила чіткий стимулювальний ефект на окремі механізми формування посухостійкості.

Вплив попередньої обробки насіння досліджуваними метаболічно активними речовинами на процеси формування посухостійкості можна пояснити ефективністю речовин та їх комбінацій. Так, вітамін Е (токоферол) є сильним антиоксидантом, який координовано працює з іншими антиоксидантами та взаємодіє з фітогормонами (етиленом, абсцизовою і саліциловою кислотами та ін.) [17, 32]. Сполука  $\alpha$ -токоферолу захищає фотосинтетичний механізм від фотозбудження [33].

Убіхінон в організмі рослин бере участь в обмінних процесах, виявляє антиоксидантну дію і захищає мембрани клітин від руйнівного впливу активних форм кисню, що накопичуються в умовах водного дефіциту [27]. Убіхінон виступає в якості ефективного імуностимулятора. Це пов'язано з тим, що однією із найважливіших функцій убіхінону–10 є транспорт електронів у дихальному ланцюзі під час фотосинтезу. Разом із пластохіноном він є складовою хімічних реакцій фотофосфорилування та окислювального фосфорилування відповідно в тилакоїдах хлоропластів та на внутрішній мембрані мітохондрій.

Метіонін виконує важливу роль у життєдіяльності рослин як амінокислота, що здатна підтримувати нормальне функціонування органів і систем у разі виникнення посухи. Метіонін є попередником синтезу гормонів росту, впливає на роботу синтезуючого апарату, регулює відкриття продихів, бере участь у регуляції метаболізму, визначаючи ефективність роботи фітогормонів. Метіонін може слугувати донором метильних груп та сульфору, що є необхідними у біосинтезі білків, бере участь в обміні води в рослинному організмі [1].

Параоксибензойна кислота виконує в клітині функцію сигнальних молекул при формуванні захисних реакцій, регулює активність комплексу антиоксидантних ферментів. Обробка насіння параоксибензойною кислотою сприяє підвищенню стійкості рослин до посухи [19].

Сульфат магнію як мінеральне добриво містить у своєму складі елементи, які є невід'ємною складовою фізіологічних процесів у всіх рослинах.  $MgSO_4$  – це джерело іонів  $Mg^{2+}$ , що підтримують осмотичний потенціал клітин. Магній виконує важливу роль у фотосинтезі, оскільки входить до складу молекули хлорофілу, пектинових речовин, бере участь у синтезі білків, переміщенні фосфору, активізує ферменти. Сульфур регулює ріст і розвиток рослини, впливає на синтез білків, ферментів, окисно-відновні процеси клітини, підвищує стійкість до посухи [16].

Поєднана дія вищезазначених метаболічно активних речовин у складі композиції ЕПММg виконує функцію стимулятора росту рослин, а також індуктора захисних реакцій. Метаболічно активні речовини, що входять до складу комбінації, підсилюють дію один одного та найефективніше активують механізми формування посухостійкості.

### Висновки

Використання метаболічно активних речовин в умовах посухи сприяло оптимізації формування механізмів посухостійкості пшениці м'якої сорту Провінціалка.

Досліджувані метаболічно активні речовини статистично достовірно впливали на показники площі асиміляційної поверхні проростків насіння пшениці. Найвищу стимулюючу дію виявлено за обробки насіння пшениці розчинами П, Q, Mg та комбінацією ЕМПМg.

Досліджувані комбінації метаболічно активних речовин стимулювали синтез хлорофілів *a* і *b* у листках пшениці в умовах водного дефіциту. Попередня обробка насіння розчинами Q, M та комбінацією EQ сприяє максимальній реалізації фотосинтетичної продуктивності в умовах дефіциту вологи за рахунок посилення ксероморфної будови листків.

Досліджувані комбінації метаболічно активних речовин стимулювали обводнення тканин надземних органів рослин пшениці. Найвищі показники вмісту води виявлено за обробки насіння комбінацією ЕМПМg.

Обробка насіння метаболічно активними речовинами сприяє підвищенню посухостійкості пшениці м'якої, тому подальше вивчення їх впливу на зернові культури в умовах посухи є перспективним напрямком досліджень.

Передпосівна обробка насіння метаболічно активними речовинами може бути використана як елементи технології за вирощування зернових культур в умовах водного дефіциту.

1. Августинович М., Чумак А. Амінокислоти у добривах для позакореневого живлення та їх застосування. URL: <https://makosh-group.com.ua/blog/aminokisloti-u-dobrivah-dlya-pozakorenevo-go-zhivlennya-ta-yih-zastosuvannya/>. (дата звернення: 29.06.2020).
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. [Чинний від 2022-09-08]. Вид. офіц. Київ, 2022. 332 с.
3. Жук О. І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43, № 1. С. 26–37.
4. Заіменко Н. В., Дідик Н. П., Дзюба О. І., Закрасов О. В., Росіцька Н. В., Вітер А. В. Індукція захисних реакцій на посуху у рослин кукурудзи анальцимом за різних зволоженості й типу ґрунту. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2013. Т. 45, № 1. С. 35–44.
5. Козючко А. Г., Гавій В. М., Кучменко О. Б. Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на окремі фізіологічні показники сої сорту Аннушка та її продуктивність. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2020. № 1–2 (79). С. 84–90. DOI: <http://doi.org/10.25128/2078-2357.20.1-2.12>.
6. Колодка А. В., Твердохліб О. В. Механізм посухостійкості у рослин. П'ята міжнародна конференція молодих учених: *Харківський природничий форум (19–20 трав. 2022 р., м. Харків)*: збірник тез. Харків : ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2022. С. 50–54.
7. Куриленко А. О., Куриленко О. В., Кучменко О. Б., Гавій В. М. Вплив передпосівної обробки насіння композиціями метаболічно активних речовин на морфометричні показники сортів жита озимого Синтетик 38 та Забава на різних етапах онтогенезу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія та біологія*. 2021. Т. 46, № 4. С. 25–32. DOI: <http://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.4>.
8. Мальцева Н. М., Гаєвський А. П., Дерев'янюк К. Ю. Вплив біологічно активних речовин та їх композицій на вміст фотосинтетичних пігментів у листках озимої пшениці в умовах дефіциту фосфору. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43, № 5. С. 403–411.
9. Машевська А. С., Єрмейчук Т. М. Фізіологія та біохімія рослин: матеріали для опрацювання теми «Водний режим рослин» з курсу «Фізіологія та біохімія рослин» для студентів II та III курсів денної та заочної форми навчання спеціальності «Біологія» біологічного факультету. Луцьк : Вежа-Друк, 2015. 40 с.
10. Москалець Т. З., Рибальченко В. К. Морфо-фізіологічні та молекулярно-генетичні ознаки ксероморфності *Triticum aestivum* L. *Біологічні системи*. 2015. Т. 7. Вип. 1. С. 45–52.

11. Орлюк А. П., Усик Л. О. Морфологічні і фізіолого-біохімічні показники посухостійкості *Triticum aestivum* L. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2005. № 1. С. 90–98.
12. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогрив, В. П. Опришко. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
13. Хоменко С. О. Посухостійкість та елементи продуктивності колекційних зразків пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 4. С. 79–87.
14. Шадчина Т. М., Гуляев Б. І., Кірізій Д. А. та ін. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 384 с.
15. Шматько І. Г., Григорюк І. П., Шведова О. Є. Стійкість рослин до водного і температурного стресів. Київ : Наукова думка, 1989. 224 с.
16. Abid M., Haddad M., Ferchichi A. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. *Options Méditerranéennes: Série A*. 2008. Vol. 79. P. 405–408.
17. Ali Q., Tariq Javed M., Haider M., Habib N., Rizwan M., Perveen R., Ali S., Nasser Alyemeni M., El-Serehy H., Al-Misned, F.  $\alpha$ -Tocopherol foliar spray and translocation mediates growth, photosynthetic pigments, nutrient uptake, and oxidative defense in Maize (*Zea mays* L.) under drought stress. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 9. P. 1235. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091235>.
18. Ansari O., Azadi M., Sharif-Zadeh F., Younesi E. Effect of Hormone Priming on Germination Characteristics and Enzyme Activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) Seeds under Drought Stress Conditions. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9, No. 3. P. 61–71.
19. Barkosky R. R., Einhellig F. A. Allelopathic interference of plant water relationships by para-hydroxybenzoic acid. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 2003. Vol. 44. P. 53–58.
20. Bychkova O. V., Khlebova L. P. Physiological assessment of drought resistance in spring Durum wheat. *Acta Biologica Sibirica*, Vol. 1, № 1–2. P. 107–116. DOI: <http://doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.853>.
21. Dencic S., Kastori R., Kobiljski B., Duggan B. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 2000. 113 (1). P. 43–52. DOI: <http://doi.org/10.1023/A:1003997700865>.
22. Didyk N. P., Zakrasov O. V., Kharchenko I. L. Induction of adaptation to drought in wheat by allelochemicals of some species of *Camellia* L. genus. *Plant Introduction*, 2011. Vol. 52. P. 72–77. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2544360>.
23. Flexas J., Medrano H. Energy dissipation in C3 plants under drought. *Functional Plant Biology*, 29 (10). P. 1209–1215. DOI: <https://doi.org/10.1071/FP02015>.
24. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S. Kolosok V. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agrarteadus: Journal of Agricultural Science*, 2021. Vol. 32, № 2. P. 251–256. DOI: <http://doi.org/10.15159/jas.21.35>.
25. Khayatnezhad M., Gholamin R. The effect of drought stress on leaf chlorophyll content and stress resistance in maize cultivars (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*, 2012. Vol. 6 (12): P. 2844–2848. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR11.964>.
26. Kolesnikov M., Gerasko T., Paschenko Yu., Pokoptseva L., Onyschenko O., Kolesnikova A. Effect of water deficit on maize seeds (*Zea mays* L.) during germination. *Agronomy Research*, 2023. Vol. 21, № 1. P. 156–174. DOI: <http://doi.org/10.15159/AR.23.016>
27. Liu M, Lu S. Plastoquinone and Ubiquinone in Plants: Biosynthesis, Physiological Function and Metabolic Engineering. *Front Plant Sci*. 2016. Vol. 7. P. 1898. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01898>.
28. Nehal N., Sharma N., Singh M., Singh P., Rajpoot P., Kumar Pandey A., Khan A. H., Singh A. K., Yadav R. K. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indianmustard [Brassica juncea] under drought stress condition. *Plant Archives*, 2017. 17 (1). P. 580–584.
29. Oguz M., Aycan M., Oguz E., Poyraz I., Yildiz, M. Drought Stress Tolerance in Plants: Interplay of Molecular, Biochemical and Physiological Responses in Important Development Stages. *Physiologia*, 2022. 2 (4). P. 180–197. DOI: <http://doi.org/10.3390/physiologia2040015>.
30. Oo A. T., van Huylbroeck G., Speelman, S. Measuring the Economic Impact of Climate Change on Crop Production in the Dry Zone of Myanmar: A Ricardian Approach. *Climate*, 2020. 8 (1), 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli8010009>.
31. Rizza F., Badeck F. W., Cattivelli L., Lidestri O., N. di Fonzo, Stanca A. M. Use of a water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop Science*, 2004. Vol. 44, Is. 6. P. 2127–2137. DOI: <http://doi.org/10.2135/cropsci2004.2127>.
32. Sattler S., Gilliland L., Magallanes-Lundback M., Pollard M., DellaPenna D. Vitamin E is essential for seed longevity and for preventing lipid peroxidation during germination. *Plant Cell*, 2004. 16 (6). P.1419–32. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.021360>.



33. Sharma P., Jha A. B., Dubey R. S., Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 2012. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/217037>.
34. Zaefyzadeh M., Quliyev R. A., Babayeva S. M., Abbasov M. A. The effect of the interaction between genotypes and drought stress on the superoxide dismutase and chlorophyll content in durum wheat landraces. *Turk J Biol*, 2009. Vol. 33. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.3906/biy-0801-12>.

## References

1. Avhustynovych M., Chumak A. Aminokysloty u dobryvakh dlia pozakorenevoho zhyvlennia ta yikh zastosuvannia. URL: <https://makosh-group.com.ua/blog/aminokislotti-u-dobrivah-dlya-pozakorenevo-go-zhyvlennia-ta-yih-zastosuvannia/>. (data zvernennia: 29.06 2020). [in Ukrainian]
2. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2022 rik. [Chynnyi vid 2022-09-08]. Vyd. ofits. Kyiv, 2022. 332 s. [in Ukrainian]
3. Zhuk O. I. Formuvannia adaptyvnoi vidpovidi roslyn na defitsyt vody. *Fiziolohiia i biokhimiia kulturnykh roslyn*. 2011. T. 43, № 1. S. 26–37. [in Ukrainian]
4. Zaimenko N. V., Didyk N. P., Dziuba O. I., Zakrasov O. V., Rositska N. V., Viter A. V. Induktsiia zakhysnykh reaktsii na posukhu u roslyn kukurudzy analtsymom za riznykh zvolozhenosti y typu gruntu. *Fiziolohiia i biokhimiia kulturnykh roslyn*. 2013. T. 45, № 1. S. 35–44. [in Ukrainian]
5. Koziuchko A. H., Havii V. M., Kuchmenko O. B. Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia metabolichno aktyvnymy rehovynamy na okremi fiziolohichni pokaznyky soi sortu Annushka ta yii produktyvnist. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*, 2020. № 1–2 (79). S. 84–90. DOI: <http://doi.org/10.25128/2078-2357.20.1-2.12>. [in Ukrainian]
6. Kolodka A. V., Tverdokhlib O. V. Mekhanizm posukhostiikosti u roslyn. Piata mizhnarodna konferentsiia molodykh uchenykh: *Kharkivskiy pryrodnychiy forum* (19–20 trav. 2022 r., m. Kharkiv): zbirnyk tez. Kharkiv : KhNPU imeni H. S. Skovorody, 2022. S. 50–54. [in Ukrainian]
7. Kurylenko A. O., Kurylenko O. V., Kuchmenko O. B., Havii V. M. Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia kompozytsiiamy metabolichno aktyvnykh rehovyn na morfometrychni pokaznyky sortiv zhyta ozymoho Syntetyk 38 ta Zabava na riznykh etapakh ontogenezu. *Visnyk Sum'skoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiia ta biolohiia*. 2021. T. 46, № 4. S. 25–32. DOI: <http://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.4>. [in Ukrainian]
8. Maltseva N. M., Haievskiy A. P., Derevianko K. Iu. Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn ta yikh kompozytsii na vmist fotosyntetychnykh pihmentiv u lystkakh ozymoi pshenytsi v umovakh defitsytu fosforu. *Fiziolohiia i biokhimiia kulturnykh roslyn*. 2011. T. 43, № 5. S. 403–411. [in Ukrainian]
9. Mashevska A. S., Yermichuk T. M. Fiziolohiia ta biokhimiia roslyn: materialy dlia opratsiuvannia temy «Vodnyi rezhym roslyn» z kursu «Fiziolohiia ta biokhimiia roslyn» dlia studentiv II ta III kursiv dennoi ta zaochnoi formy navchannia spetsialnosti «Biolohiia» biolohichnoho fakultetu. Lutsk : Vezha-Druk, 2015. 40 s. [in Ukrainian]
10. Moskalets T. Z., Rybalchenko V. K. Morfo-fiziolohichni ta molekuliarno-henetychni oznaky kseromorfnosti *Triticum aestivum* L. *Biolohichni systemy*. 2015. T. 7. Vyp. 1. S. 45–52. [in Ukrainian]
11. Orliuk A. P., Usyk L. O. Morfolohichni i fizioloho-biokhimichni pokaznyky posukhostiikosti *Triticum aestivum* L. *Chornomorskiy botanichnyi zhurnal*. 2005. № 1. S. 90–98. [in Ukrainian]
12. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk / V. O. Yeshchenko, P. H. Kopytko, P. V. Kostohryz, V. P. Opryshko. Vinnytsia : PP «TD «Edelweis i K»», 2014. 332 s. [in Ukrainian]
13. Khomenko S. O. Posukhostiikist ta elementy produktyvnosti kolektsiinykh zrazkiv pshenytsi miakoi yaroi v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Myronivskiy visnyk*. 2017. Vyp. 4. S. 79–87. [in Ukrainian]
14. Shadchyna T. M., Huliaiev B. I., Kirizii D. A. ta in. Rehuliatsiia fotosintezu i produktyvnist roslyn: fiziolohichni ta ekolohichni aspekty. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2006. 384 s. [in Ukrainian]
15. Shmatko I. H., Hryhoriuk I. P., Shvedova O. Ie. Stiikist roslyn do vodnoho i temperaturnoho stresiv. Kyiv : Naukova dumka, 1989. 224 s. [in Ukrainian]
16. Abid M., Haddad M., Ferchichi A. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. *Options Méditerranéennes: Série A*. 2008. Vol. 79. P. 405–408.
17. Ali Q., Tariq Javed M., Haider M., Habib N., Rizwan M., Perveen R., Ali S., Nasser Alyemeri M., El-Serehy H., Al-Misned, F.  $\alpha$ -Tocopherol foliar spray and translocation mediates growth, photosynthetic pigments, nutrient uptake, and oxidative defense in Maize (*Zea mays* L.) under drought stress. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 9. P. 1235. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091235>.
18. Ansari O., Azadi M., Sharif-Zadeh F., Younesi E. Effect of Hormone Priming on Germination Characteristics and Enzyme Activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) Seeds under Drought Stress Conditions. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9, No. 3. P. 61–71.

19. Barkosky R. R., Einhellig F. A. Allelopathic interference of plant water relationships by para-hydroxybenzoic acid. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 2003. Vol. 44. P. 53–58.
20. Bychkova O. V., Khlebova L. P. Physiological assessment of drought resistance in spring Durum wheat. *Acta Biologica Sibirica*, Vol. 1, № 1–2. P. 107–116. DOI: <http://doi.org/10.14258/abs.v1i1-2.853>.
21. Dencic S., Kastori R., Kobiljski B., Duggan B. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 2000. 113 (1). P. 43–52. DOI: <http://doi.org/10.1023/A:1003997700865>.
22. Didyk N. P., Zakrasov O. V., Kharchenko I. L. Induction of adaptation to drought in wheat by allelochemicals of some species of *Camellia* L. genus. *Plant Introduction*, 2011. Vol. 52. P. 72–77. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.2544360>.
23. Flexas J., Medrano H. Energy dissipation in C3 plants under drought. *Functional Plant Biology*, 29 (10). P. 1209–1215. DOI: <https://doi.org/10.1071/FP02015>.
24. Jia P., Melnyk A., Zhang Z., Butenko S. Kolosok V. Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*, 2021. Vol. 32, № 2. P. 251–256. DOI: <http://doi.org/10.15159/jas.21.35>.
25. Khayatnezhad M., Gholamin R. The effect of drought stress on leaf chlorophyll content and stress resistance in maize cultivars (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*, 2012. Vol. 6 (12): P. 2844–2848. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR11.964>.
26. Kolesnikov M., Gerasko T., Paschenko Yu., Pokoptseva L., Onyschenko O., Kolesnikova A. Effect of water deficit on maize seeds (*Zea mays* L.) during germination. *Agronomy Research*, 2023. Vol. 21, № 1. P. 156–174. DOI: <http://doi.org/10.15159/AR.23.016>
27. Liu M, Lu S. Plastoquinone and Ubiquinone in Plants: Biosynthesis, Physiological Function and Metabolic Engineering. *Front Plant Sci*. 2016. Vol. 7. P. 1898. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01898>.
28. Nehal N., Sharma N., Singh M., Singh P., Rajpoot P., Kumar Pandey A., Khan A. H., Singh A. K., Yadav R. K. Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard [*Brassica juncea*] under drought stress condition. *Plant Archives*, 2017. 17 (1). P. 580–584.
29. Oguz M., Aycan M., Oguz E., Poyraz I., Yildiz, M. Drought Stress Tolerance in Plants: Interplay of Molecular, Biochemical and Physiological Responses in Important Development Stages. *Physiologia*, 2022. 2 (4). P. 180–197. DOI: <http://doi.org/10.3390/physiologia2040015>.
30. Oo A. T., van Huynenbroeck G., Speelman, S. Measuring the Economic Impact of Climate Change on Crop Production in the Dry Zone of Myanmar: A Ricardian Approach. *Climate*, 2020. 8 (1), 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli8010009>.
31. Rizza F., Badeck F. W., Cattivelli L., Lidestri O., N. di Fonzo, Stanca A. M. Use of a water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop Science*, 2004. Vol. 44, Is. 6. P. 2127–2137. DOI: <http://doi.org/10.2135/cropsci2004.2127>.
32. Sattler S., Gilliland L., Magallanes-Lundback M., Pollard M., DellaPenna D. Vitamin E is essential for seed longevity and for preventing lipid peroxidation during germination. *Plant Cell*, 2004. 16 (6). P.1419–32. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.021360>.
33. Sharma P., Jha A. B., Dubey R. S., Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 2012. P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/217037>.
34. Zaefyzadeh M., Quliyev R. A., Babayeva S. M., Abbasov M. A. The effect of the interaction between genotypes and drought stress on the superoxide dismutase and chlorophyll content in durum wheat landraces. *Turk J Biol*, 2009. Vol. 33. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.3906/biy-0801-12>.

Y. M. Palivoda, V. M. Havii

Nizhyn Mykola Gogol State University, Ukraine

THE INFLUENCE OF SEED TREATMENT WITH METABOLIC ACTIVE SUBSTANCES ON THE FORMATION OF THE XEROMORPH STRUCTURE OF THE LEAVES AND THE WATER POTENTIAL OF THE SHOTS OF COMMON WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) SEEDLINGS UNDER CONDITIONS OF WATER DEFICIT

The article offers a comparative analysis of how metabolically active substances, individually and in combinations, affect the development of xeromorphic leaf structures and the water potential of shoots in common wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings when subjected to water deficit conditions simulated using PEG 6000. The study involved the use of 10 options for seed treatment : control (untreated seed + distilled water); PEG 6000 solution (12 %); solution of vitamin E (10<sup>-8</sup>M) – E;

ubiquinone-10 solution ( $10^{-8}\text{M}$ ) – Q; methionine solution (0,001 %) – M; solution of paraoxybenzoic acid (POBA) (0,001 %) – P;  $\text{MgSO}_4$  solution (0,001 %) – Mg; combinations: vitamin E ( $10^{-8}\text{M}$ ) + ubiquinone-10 ( $10^{-8}\text{M}$ ) – EQ; vitamin E ( $10^{-8}\text{M}$ ) + methionine (0,001 %) + POBA (0,001 %) – EMP; vitamin E ( $10^{-8}\text{M}$ ) + methionine (0,001 %) + POBA (0,001 %) +  $\text{MgSO}_4$  (0,001 %) – EMPMg. Experimental water deficit is simulated with a 12% solution of PEG 6000.

It was observed that treating *T. aestivum* wheat seeds with solutions of paraoxybenzoic acid, ubiquinone-10, and magnesium sulfate under conditions of water deficit resulted in a 17.7 %, 16.5 %, and 16.2 % increase in the assimilation surface area of seedlings, respectively, compared to those subjected to water deficit conditions simulated using PEG 6000. Furthermore, the treatment of *T. aestivum* wheat seeds with solutions of ubiquinone-10, methionine, and the combination of vitamin E + ubiquinone-10 stimulated chlorophyll synthesis in wheat leaves, resulting in a 14.4 %, 11.3 %, and 15.4 % increase, respectively, compared to the group of plants whose seeds were germinated under conditions of slow water supply, resulting in a smaller leaf surface area, which is indicative of a xeromorphic leaf structure.

Treating the seeds with these specific solutions enhances photosynthetic productivity in conditions of moisture deficit by reinforcing the xeromorphic structure of the leaves. This underscores the high adaptability of wheat from the Provintsiarka variety to drought conditions.

It was determined that pre-treating seeds with a combination of vitamin E, methionine, paraoxybenzoic acid (POBA), and magnesium sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ) resulted in a 1.1 % increase in water accumulation in the shoots, in comparison to the measurements obtained from seedlings whose seeds were exposed to water deficit conditions simulated using PEG 6000.

Consequently, the application of metabolically active substances in seed treatment proves to be effective in enhancing the drought resistance of soft wheat *T. aestivum*. This approach can be incorporated as an integral component of the technology for cultivating grain crops under conditions of water deficit.

*Key words:* soft wheat, metabolically active substances, PEG 6000, linear growth, assimilation surface area, chlorophyll a and b.

Надійшла 06.06.2023.

УДК 581.143:577.175.1.05

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.10

С. О. ПРИПЛАВКО, В. М. ГАВІЙ, В. І. ШЕЙКО

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя  
вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600  
e-mail: gaviyv@gmail.com

## **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ВРОЖАЮ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ СОРТУ НАНТСЬКА**

У статті наведено порівняльну характеристику впливу метаболічно активних речовин: вітаміну Е, параоксибензойної кислоти (ПОбК), метіоніну,  $\text{MgSO}_4$  (магнію сульфат), убіхінону-10 та їх комбінацій, таких як: вітамін Е + убіхінон-10; вітамін Е + параоксибензойна кислота + метіонін; вітамін Е + параоксибензойна кислота + метіонін + магнію сульфат – на кількісні показники та якість урожаю коренеплодів моркви посівної сорту Нантська. Встановлено їх стимулювальний вплив на довжину, товщину, середню масу коренеплодів та вміст у них цукрів. Комбінація речовин вітамін Е + ПОбК + метіонін +  $\text{MgSO}_4$  протягом усього

## ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

УДК 57(092)Генсірук

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.11

М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027  
e-mail: barna@chem-bio.com.ua

### **ГЕНСІРУК СТЕПАН АНТОНОВИЧ – ВИДАТНА ПОСТАТЬ У ЛІСІВНИЧІЙ НАУЦІ ТА ФІТОСОЗОЛОГІЇ (до 100-річчя від дня народження: 6.01.1923 – 23.10.2014 рр.)**



**ПРОФЕСОР СТЕПАН АНТОНОВИЧ ГЕНСІРУК**

6 січня 2023 року минуло 100 років від дня народження подвижника сільськогосподарської науки, колишнього професора Національного лісотехнічного університету України Степана Антоновича Генсірука.

С. А. Генсірук – видатний український учений з європейським визнанням в галузі лісівничої науки, екології, фітосозології та охорони лісів, доктор сільськогосподарських наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, премії імені О. Шліхтера АН УРСР, премії імені В. Вернадського РАН, заслужений діяч науки і техніки України, дійсний член чотирьох галузевих академій: інженерної, екологічної, лісівничої і технологічної кібернетики. Був дійсним членом Наукового товариства імені Т. Шевченка. На посаді професора кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України Степан Антонович працював до останніх днів свого життя.

Науковий доробок ученого – 498 наукових праць, серед яких 28 монографій. Монографічні праці С. А. Генсірука стали вагомим внеском у розвиток української й світової лісівничої та екологічної наук.

Талановитий учений водночас був відомий як людина з унікальним оперним голосом. Навчаючись у Львівській консерваторії, став учнем відомої оперної співачки Соломії Крушельницької.

*Ключові слова: лісівнича наука, охорона природи, охорона лісів, лісові ресурси та їх використання, раціональне природокористування, історія лісівництва, географія лісових ресурсів.*

*Благословенна Тернопільщина великими людьми,  
які залишили «свого духа печать» у різноманітних  
ділянках науки та культури, і то не провінціального,  
і не тільки українського, а європейського, світового рівня.*

О. А. Купчинський

Професор Микола Мельник. *Вісник Фонду  
Олександра Смакули.* 1998. № 3. С. 22–24.

Серед постатей, які збагатили своїми здобутками «різні ділянки» європейської, світової науки та культури, а свою Вітчизну – Україну й Тернопільщину зокрема прославили в європейському й світовому просторі, багато видатних та славетних українців, що робили важливі наукові відкриття, створювали українську наукову природничу термінологію, друкували монографії, підручники й навчальні посібники для середніх шкіл та вищих навчальних закладів, наукові статті, що цитуються у наукометричних базах даних Scopus і Web of Science, фахових наукових виданнях України.

По праву до них належить й Степан Антонович Генсірук – видатний український учений з європейським визнанням в галузі лісівничої науки, екології, фітосозології та охорони лісів, доктор сільськогосподарських наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, премії імені О. Шліхтера АН УРСР, премії імені В. Вернадського РАН, заслужений діяч науки і техніки України [2, 4].

6 січня 2023 року минуло 100 років від його дня народження подвижника сільськогосподарської науки, професора Національного лісотехнічного університету України Степана Антоновича Генсірука.

Народився Степан Антонович 6 січня 1923 року в селі Будки Кременецького району Тернопільської області. У знаній в селі родині Антона Генсірука (батька Степана Антоновича) у пошані завжди була праця, особливо на хліборобській ниві, любов до батьківської оселі, до рідного краю й рідної української мови, що й успадкував Степан Антонович [6, 7].

Після закінчення Кременецького лісотехнічного технікуму Степан Антонович вступив на лісгосподарський факультет Львівського сільськогосподарського інституту, який закінчив у 1949 році та Львівську консерваторію – у 1951 році. Доцільно зазначити, що у консерваторії вокалу його навчала видатна, всесвітньо відома оперна співачка, професорка Соломія Крушельницька, що народилася на Тернопільщині [6].

Обидва вищі навчальні заклади Степан Антонович Генсірук закінчив з відзнакою. Після закінчення Львівської консерваторії його запросили до Львівського театру опери та балету, але перевагу він віддав лісівничій науці і від 1951 року працював (із перервою) у Львівському лісотехнічному інституті (нині Національний лісотехнічний університет України).

У 1955 році С. Генсірук успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: «Смеречини Карпат і особливості господарства в них». На основі ґрунтового дослідження природи карпатських лісів він розробив наукові основи комплексного лісового господарства в гірських умовах.

У наукових статтях дослідник глибоко обґрунтував закономірності лісовідновних процесів у дубових, букових і смерекових лісах Карпат, розробив систему лісогосподарських заходів щодо створення біологічно стійких і високопродуктивних лісостанів і оптимізації лісокористування. Його монографія «Ліси Українських Карпат та їх використання» стала настільною книгою карпатських лісівників [4].

У 1966 році С. Генсірук захистив докторську дисертацію, отримав диплом доктора сільськогосподарських наук, згодом атестат професора і очолив відділ проблем лісових ресурсів і охорони природи Ради з вивчення продуктивних сил України Академії наук у Києві, керівництво яким здійснював до грудня 1986 року. Науковий доробок вченого – 498 наукових праць, серед яких 28 монографій, зокрема, «Комплексное лесное хозяйство в горных условиях Карпат» (1974), «Регіональне природокористування» (1992), «Ліси України» (2002. 3-тє вид.), «Історія лісівництва в Україні» (1995), «Географія лісових ресурсів України» (1995, укр. та англ. мовами). За його редакцією видано «Українську енциклопедію лісівництва». Т. 1 (1999).

Водночас від 1960 року С. А. Генсірук активно займався природоохоронною діяльністю в Україні. З 1982 до 1986 р. був науковим керівником комплексних експедицій вчених АН України. Наукові праці, опубліковані в цей період, стосувалися питань географії лісів, продуктивності лісових насаджень, економіки, використання й відтворення лісових ресурсів. Розробив теоретичні основи лісогосподарського районування території України, зокрема склав схему районування, обґрунтував екологічну систему природоохоронних територій. С. А. Генсірук вперше склав і опублікував карти лісового покриття України у ХІХ і ХХ ст. [1, 3].

У 1986 році науковець повернувся до Львова, де працював професором в Українському державному лісотехнічному університеті, читав студентам лекції з лісівництва та лісової історії на лісогосподарському факультеті і очолював лабораторію екологічних проблем природокористування. Степан Антонович постійно впроваджував в освітній процес новітні методи, здійснював наукове керівництво аспірантами та молодими науковцями, допомагав їм у виборі напрямків дослідження, у підготовці наукових праць, організовував і проводив міжнародні та всеукраїнські конференції, симпозіуми і наради з актуальних проблем лісівничої науки та охорони лісових фітоценозів.

Наукову й організаційну роботу С. А. Генсірук поєднував з активною громадською діяльністю. Він був членом трьох спеціалізованих Вчених рад із присудження наукових ступенів кандидатів і докторів наук. Учений успішно здійснював підготовку наукових кадрів: під його керівництвом захищено 25 дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, 4 – доктора наук. С. А. Генсірук створив й успішно розвивав нові наукові напрями – лісове ресурсознавство, регіональне природокористування, сталий розвиток в лісовому господарстві, які сприяють збереженню лісових багатств і охороні природного середовища України. Численні монографічні праці науковця стали вагомим внеском у розвиток української й світової лісівничої та екологічної науки. За цикл монографій із лісівничих проблем України Президія академії наук ще у 1976 році присудила С. А. Генсіруку премію імені О. Г. Шліхтера [2].

У 1991 році Степана Антоновича було обрано дійсним членом чотирьох галузевих академій: інженерної, екологічної, лісівничої й технологічної кібернетики. Був дійсним членом Наукового товариства імені Т. Шевченка. На посаді професора кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України він працював до останніх днів свого життя.

Один із співавторів цієї статті М. М. Барна [7] про своє навчання на лісогосподарському факультеті Львівського лісотехнічного інституту та про викладачів цього славетного закладу вищої освіти України згадує: «Навчання на факультеті – це роки набуття глибоких і міцних знань із біологічних, природничих, хімічних, технічних і лісознавчих дисциплін, роки мого становлення як фахівця, перші кроки до науково-дослідної роботи. Передусім пригадуються викладачі, котрі дійсно «сіяли розумне, добре, вічне», зокрема: Степан Михайлович Стойко,

котрому зобов'язаний своїми науковими досягненнями, Юрій Дмитрович Третяк (ректор інституту і завідувач кафедри ботаніки та дендрології), на якій виконав під керівництвом доцента С. М. Стойка дипломну роботу на тему: «Лісівничо-екологічна характеристика бука європейського на межі північно-східного ареалу та проєкт поширення бука та його охорони» і яку захистив в ДЕК на відмінно, отримав диплом з відзнакою та був рекомендований в аспірантуру. Окрім того, запам'ятався вислів Юрія Дмитровича Третяка: «Чим даліше на захід, тим більше бука і культури», який я пам'ятаю протягом усього свого життя і не один раз повторюю ці слова під час навчальної практики з ботаніки, яку проводжу у Кременецькому ботанічному саду, Степан Антонович Генсірук, особливо його розповіді про навчання у Львівській консерваторії та про всевітньо відому оперну співачку, професорку Соломію Крушельницьку, котра його навчала вокалу в консерваторії, і багато, багато інших прекрасних викладачів, вчених і наставників» [7].

У незалежній громадсько-політичній газеті Тернопілля «Вільне життя» у № 4 (12825) за 6 січня 1993 р. з нагоди 70-річчя професора Степана Антоновича Генсірука була вміщена стаття «Заборонене інтерв'ю», у якій кореспондентка Галина Садовська про академіка Степана Антоновича Генсірука, посилаючись на газету «Лесная промышленность», пише: «Прийшов переможний травень сорок п'ятого і хлопець став перед вибором: де продовжувати навчання? В лісотехнічному чи консерваторії? Так і не вирішив. І тому вступив в обидва вузи і обидва закінчив з відзнакою. До речі, у консерваторії співу його навчала сама Соломія Крушельницька. Стаття завершується такими словами: Хай ваші праці і ваші численні учні допоможуть повернути Україні славу багатой лісами. Знайте: Тернопілля пишається вами» [5].

Свого часу, працюючи заступником декана природничого факультету Тернопільського державного педагогічного інституту, разом із завідувачкою кафедри ботаніки, доценткою Валентиною Омелянівною Шиманською ми запросили відомого вченого лісівничої науки, доктора сільськогосподарських наук, професора Степана Антоновича Генсірука прочитати курс лекцій на тему: «Охорона лісових екосистем» для студентів-біологів природничого факультету. Актова зала тодішнього педінституту була переповнена. Степан Антонович завершив цикл лекцій кількома аріями, записаними під час виконання їх на професійній сцені Львівського театру опери та балету.

Здобутки професора Степана Антоновича Генсірука і в науці, і на професійній сцені Львівського театру опери та балету були результатом великої, титанічної праці вченого, викладача й оперного співака. Тому з ним радилися, зверталися до нього за консультаціями та підтримкою [6, 7].

Степан Антонович Генсірук – щирий українець, достеменно схожий на своїх батьків і наділений Господом Богом двома дарами: видатного вченого в галузі лісівничої науки, у якій зумів у своїх наукових працях створити й залишити таку новизну, яку примножуватимуть його учні, а це найвища нагорода, яку може заслужити й отримати вчений, та талановитого співака-тенора, мистецтвом якого захоплювалися на професійній сцені. Завдяки цим двом талантам та повсякденній наполегливій праці він зміг піднятися від випускника лісогосподарського факультету Львівського сільськогосподарського інституту до вершин сільськогосподарської науки й від випускника Львівської консерваторії до дуже здібного оперного співака, який своєю творчістю збагатив культуру оперного співу.

Пам'ять про великого вченого в галузі лісівничої науки, екології, фітосозології й охорони лісів – Степана Антоновича Генсірука – житиме у віках серед численних його друзів, колег й учнів, бо він цього сповна заслужив своєю титанічною працею, вірним служінням своїй *Alma mater* й на благо своєї Вітчизни – України.

1. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії: навч. посіб. 5-е вид., доп. і змін. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2021. 360 с.: іл.
2. Барна М. М., Барна Л. С. Видатні вчені-ботаніки: навч. посіб. Тернопіль : ТзВО «Тернограф», 2013. 192 с.
3. Барна М. М., Барна Л. С. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX–початок XXI ст.): монографія. Тернопіль ТзОВ «Терно-граф», 2015. 240 с.: кольор. іл.

4. Висока відзнака українського лісівництва Академіку Степанові Генсіруку – 80. *Журнал Універсум*. 2002. № 11–12 (109–110). URL: <https://universum.lviv.ua/magazines/universum/2002/5/hens.html>. (дата звернення: 08.01.2023).
5. Галина Садовська. Заборонене інтерв'ю. *Вільне життя*. 1993. 6 січ. (№ 4 (12825)).
6. Трохимчук С. В. Генсірук Степан Антонович. Енциклопедія Сучасної України: енциклопедія [електронна версія] / ред.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 5. URL: <https://esu.com.ua/article-29093> (дата звернення: 08.01.2023).
7. Черняхівський Г. Генсірук Степан Антонович [Текст]. *Тернопільський енциклопедичний словник : у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль, 2004. Т. 1 : А – Й. С. 343.*

## References

1. Barna M. M. Botanika. Terminy. Poniattia. Personalii: navch. posib. 5-e vyd., dop. i zmin. Ternopil : TzOV «Terno-hraf», 2021. 360 s.: il. [in Ukrainian]
2. Barna M. M., Barna L. S. Vydatni vcheni-botaniky: navch. posib. Ternopil : TzVO «Ternohraf», 2013. 192 s. [in Ukrainian]
3. Barna M. M., Barna L. S. Stanovlennia i rozvytok botaniky na Ternopilshchyni (XIX–pochatok XXI st.): monohrafiia. Ternopil TzOV «Terno-hraf», 2015. 240 s.: kolor. il. [in Ukrainian]
4. Vysoka vidznaka ukrainskoho lisivnytstva Akademiku Stepanovi Hensiruku – 80. *Zhurnal Universum*. 2002. № 11–12 (109–110). URL: <https://universum.lviv.ua/magazines/universum/2002/5/hens.html>. (data zvernennia: 08.01.2023). [in Ukrainian]
5. Halyna Sadovska. Zaboronene intervju. *Vilne zhyttia*. 1993. 6 sich. (No 4 (12825)).
6. Trokhymchuk S. V. Hensiruk Stepan Antonovych. Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy: entsyklopediia [elektronna versiia] / red.: I. M. Dziuba, A. I. Zhukovskiy, M. H. Zhelezniak ta in.; NAN Ukrainy, NTSh. Kyiv: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2006. T. 5. URL: <https://esu.com.ua/article-29093>. (data zvernennia: 08.01.2023). [in Ukrainian]
7. Chernykhivskiy H. Hensiruk Stepan Antonovych [Tekst] *Ternopilskiy entsyklopedychniy slovnyk : u 4 t. / redkol.: H. Yavorskyi ta in. Ternopil, 2004. T. 1: A – Y. S. 343.* [in Ukrainian]

*M. M. Barna, L. S. Barna*

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

## HENSIRUK STEPAN ANTONOVYCH - THE EMINENT FIGURE IN FORESTRY AND PHYTOSOOLOGY (CENTENARY OF BIRTH – 6.01.1923 – 23.10.2014)

On January 6, 2023, we commemorated the centenary since the birth of the eminent figure in agricultural science, Professor Stepan Antonovych Hensiruk, associated with the National Forestry University of Ukraine.

S. A. Hensiruk was a distinguished Ukrainian scientist with renowned contributions in forestry science, ecology, phytosozology, and forest protection. He held the titles of Doctor of Agricultural Sciences and Professor. His accomplishments include being a laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology, recipient of the O. Schlichter Prize from the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, the V. Vernadskyi Prize from the Russian Academy of Sciences, and the esteemed title of “Honored Worker of Science and Technology of Ukraine.” Notably, he was a respected member of four branch academies: engineering, environmental, forestry, and technological cybernetics. He was also an esteemed member of the Scientific Society named after T. Shevchenko. Remarkably, Stepan Antonovych continued to serve as a professor in the Forestry Department of the National Forestry University of Ukraine until his final days.

The scholarly legacy of this remarkable scientist encompasses a total of 498 scientific works, including 28 monographs. His monographic contributions left a profound impact on the development of both domestic and global forestry and environmental science.

In addition to his academic prowess, Stepan Antonovych Hensiruk possessed a unique and extraordinary talent captivating opera voice. During his time at Lviv Conservatory, he had the privilege of being a student of the renowned opera singer Solomiia Krushelnyska.

This tribute celebrates the life and enduring contributions of Professor S. A. Hensiruk to the fields of science and music.

*Key words: National Forestry University of Ukraine, Lviv Conservatory, professor, lecturer, opera singer, forestry science, nature protection, forest protection, forest resources and their use, history of forestry, geography of forest resources.*

Надійшла 26.01.2023.



УДК: 58(092) (477) Барна

doi: 10.25128/2078-2357.23.1–2.12

Н. М. ДРОБИК, С. В. ПИДА, Л. С. БАРНА, Н. В. ГЕРЦ, О. Б. МАЦЮК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: drobyk.n@gmail.com

**БАРНА МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ  
ВЧЕНИЙ–БОТАНІК, ЦИТОЕМБРІОЛОГ, ЗАСЛУЖЕНИЙ ДІЯЧ  
НАУКИ І ТЕХНІКИ УКРАЇНИ, ПЕДАГОГ**

**(до 85 – річчя від дня народження)**



**ПРОФЕСОР БАРНА МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ**

У статті висвітлено 62-х річну виробничу, науково-дослідну, навчально-педагогічну і громадську діяльність відомого українського вченого-ботаніка, морфолога, дендролога, цитоембріолога рослин, академіка Академії наук Вищої школи України, заслуженого діяча науки і техніки України, відмінника освіти України, відмінника охорони природи України, почесного члена Українського ботанічного товариства, стипендіата Кабінету міністрів України, доктора біологічних наук, професора кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ) Миколи Миколайовича БАРНИ, якому 8 лютого 2023 року виповнилося 85 років від дня народження.

Микола Миколайович працював викладачем та старшим викладачем кафедри ботаніки з 1971 по 1975 р., з 1975 р. – доцентом, з 1996 р. – професором цієї ж кафедри, з 2002 по 2012 р. – завідувачем кафедри ботаніки, з 2012 по 2014 рр. – завідувачем кафедри ботаніки та зоології. З 1977 по 1985 р. Микола Миколайович був заступником декана природничого факультету, з 1990 по червень 2006 р. – деканом хіміко-біологічного факультету ТНПУ.

Професор М. М. Барна є автором (співавтором) понад 450 друкованих праць зокрема 7 монографій, 2 бібліографій, 3 словників, 5 науково-популярних видань, понад 30 навчальних посібників для закладів вищої та загальної середньої освіти, 20 з яких – з грифом МОН України, 5 методичних рекомендацій, із них 2 – з грифом МОН України, 5 авторських свідоцтв на винаходи, понад 350 статей у фахових наукових виданнях, матеріалів і тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських конференціях, симпозіумах, з'їздах наукових товариств, нарадах, семінарах тощо. Під його керівництвом захищено 7 кандидатських дисертацій.

Понад 20 років М. М. Барна очолював редакційну колегію фахового наукового видання України «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія».

*Ключові слова:* учений, викладач, ботаніка, цитоембріологія, дендрологія, наукові праці, дисертації, «Наукові записки», дендрарій, Біблійний ботанічний сад, гербарій, спеціалізовані вчені ради.

БАРНА Микола Миколайович народився 8 лютого 1938 року в с. Радоцина Горлицького повіту Краківського воєводства (Лемківщина, Польща) у селянській працьовитій сім'ї. Батько – Барна Микола Петрович (1910 року народження) і мати – Барна (дівоче прізвище Кравчицька) Пелагія Іванівна (1906 року народження) походять з Радоцини.

12 липня 1945 р., на свято Петра і Павла, родину Миколи Миколайовича, як і сотні тисяч лемківських родин, було примусово переселено на територію тодішньої УРСР в село Криштопівка Близнюківського району Харківської області. Депортація докорінно змінила життя не лише цієї родини, а й усіх примусово переселених лемків. У цьому ж році він пішов у перший клас Криштопівської школи, а влітку наступного року його родина переїхала в с. Скоморохи Велико-Бірківського (нині Тернопільського) району Тернопільської області. У 1946 році вступив у другий клас Скоморохівської семирічної школи, яку з Похвальною грамотою закінчив у 1952 р. У цьому ж році вступив у восьмий клас Баворівської середньої школи, яку закінчив у 1955 р. [1, 5].

У 1956 році Микола Барна вступив на лісогосподарський факультет Львівського лісотехнічного інституту. Навчання на факультеті – це роки набуття глибоких і міцних знань із біологічних, природничих, хімічних, технічних і лісознавчих дисциплін, роки його становлення як фахівця. Саме тоді він починає займатися науково-дослідною роботою на кафедрі ботаніки-дендрології. Завжди з особливою теплотою Микола Миколайович згадує професора Степана Михайловича Стойка, якого вважає своїм науковим батьком і який значною мірою визначив його подальший життєвий шлях. У студентські роки Микола Миколайович розпочав свої перші ботаніко-екологічні дослідження в науковому гуртку під керівництвом Степана Михайловича. Починаючи з другого і до п'ятого курсу (1957–1961 рр.), Микола Барна був головою студентського наукового товариства лісогосподарського факультету. Будучи студентом третього курсу, у 1959 році він навчався на всесоюзних біологічних читаннях, які були організовані в Московському державному університеті ім. М. В. Ломоносова для студентів-біологів колишнього Радянського Союзу. Там він слухав лекції відомих вчених-біологів (біолога Т. Д. Лисенка, генетика М. П. Дубініна, ботаніка І. Г. Серебрякова, цитоембріолога О. І. Устиної, хіміка-органіка М. О. Несмеянова та ін.), виступив на всесоюзній науковій студентській конференції із доповіддю на тему: «Рідкісні і зникаючі види рослин Українських Карпат та їх охорона» [4].

У 1961 році М. М. Барна з відзнакою закінчив Львівський лісотехнічний інститут (нині Національний лісотехнічний університет України) і був рекомендований в аспірантуру. Проте, згідно з чинним на той час положенням, в аспірантуру могли вступати спеціалісти, які мали не менше трьох років виробничого стажу, тому був направлений на роботу в трест «Закарпатліс».

Цього ж року Микола Миколайович розпочинає свою трудову діяльність на посаді помічника лісничого Діловецького лісництва, а відтак інженера Велико-Бичківського лісокомбінату тресту «Закарпатліс». Та виробнича діяльність триває недовго і Микола Миколайович в 1964 році вступає до аспірантури в Український науково-дослідний інститут лісового господарства і агролісомеліорації (УкрНДЛГА, м. Харків), де в лабораторії цитоембріології відділу селекції та інтродукції починає роботу над кандидатською дисертацією. У 1969 році в Інституті ботаніки Академії наук України він успішно захищає дисертацію на тему «Цитоембріологічне дослідження деяких видів роду *Populus* L. у зв'язку з гібридизацією» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 094 – ботаніка [1].

Після закінчення аспірантури з квітня 1967 року до серпня 1971 року Микола Миколайович працював молодшим і старшим науковим співробітником відділу селекції Карпатського філіалу УкрНДЛГА (м. Івано-Франківськ, нині – Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака).

З серпня 1971 року починається новий етап у житті М. М. Барни – він розпочинає свою педагогічну діяльність. Микола Миколайович працював викладачем та старшим викладачем кафедри ботаніки (1971–1975 рр.), з червня 1975 року – доцентом, з листопада 1996 року – професором цієї ж кафедри, з 2002 по 2012 р. – завідувачем кафедри ботаніки, з 2012 по 2014 р. – завідувачем кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (ТНПУ). З жовтня 1977 р. по червень 1985 р. Микола Миколайович був заступником декана природничого факультету, з грудня 1990 р. по червень 2006 р. – деканом хіміко-біологічного факультету зазначеного університету [4, 6].

На усіх посадах Микола Миколайович проявив себе як висококваліфікований педагог і вмільний організатор навчально-виховного процесу та підготовки педагогічних кадрів вищої кваліфікації. Уже понад пів століття свої знання, вміння та навички, весь запал своєї душі М. М. Барна віддає студентській молоді. Його лекції відзначаються глибиною викладу навчального й наукового матеріалу, є цікавими й студенти завжди позитивно відгукуються про високий фаховий рівень їх проведення.

Професор М. М. Барна постійно підвищує свій професійний рівень. У 1997 році він отримав вчене звання професора кафедри ботаніки, а у 2002 році в Інституті ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України захистив дисертацію на тему «Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербових (*Salicaceae* Mirb.)» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.05 – ботаніка.

У 1993 р. М. М. Барна був обраний членом-кореспондентом Української Екологічної Академії наук, у 1995 р. – дійсним членом (академіком) Української Екологічної Академії наук, у 2005 р. – академіком Академії наук Вищої школи. У 1998 р. він виборов грант «Soros Associate Professor» Міжнародної Соросівської програми підтримки освіти в галузі точних наук (ISSEP), грант № АРУ 074006 [4].

Основні напрямки наукових досліджень М. М. Барни – ботаніка, репродуктивна біологія, ембріологія, цитоембріологія рослин, магнітобіологія, цитологія, гістологія, декоративна дендрологія, екологія рослин, фітосозологія, педагогіка вищої школи, історія освіти і науки. Професор М. М. Барна є автором (співавтором) понад 450 наукових праць, зокрема 7 монографій, 2 бібліографії, 3 словники, 5 науково-популярних видань, понад 30 навчальних посібників для закладів вищої та загальної середньої освіти, 20 з яких – з грифом МОН України, 5 методичних рекомендацій, із них 2 – з грифом МОН України, 5 авторських свідоцтв на винаходи, понад 350 статей у фахових наукових виданнях, матеріалів і тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських конференціях, симпозіумах, з'їздах наукових товариств, нарадах, семінарах тощо [2, 3]. Під його керівництвом підготовлено й захищено 7 кандидатських дисертацій, неодноразово виступав офіційним опонентом на засіданнях спеціалізованих вчених радах із захисту докторських і кандидатських дисертацій, був членом спеціалізованих вчених рад Д 26.211.01 Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (2003–2012 рр.) та Д 26.211.01 Національного лісотехнічного університету України (2008–2014 рр.). М. М. Барна – голова Тернопільського відділення Українського ботанічного товариства (від 2002 р. понині).

М. М. Барна спільно із доцентом В. О. Шиманською розробили проект і заклали дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1971–1977 рр.); Микола Миколайович також заснував гербарій кафедри ботаніки (1977 р.), науковий фаховий журнал «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія» (1997 р.), «Голицький біостаціонар» (1998 р.), організував і провів понад 15 наукових і науково-практичних конференцій, з'їздів наукових товариств тощо [6].

Голицький біостаціонар, який нині іменується як лабораторія біології та екології «Голицький біостаціонар університету», використовується для навчальних практик студентів з ботаніки та зоології, для збору матеріалу для виконання курсових, дипломних і магістерських робіт, для проведення наукових досліджень викладачами факультету, наукових конференцій та зібрань, для проведення Літніх шкіл з біології та хімії для учнів, присвяти у студенти першокурсників факультету тощо [6].

Миколі Миколайовичу належить ідея створення на базі дендрарію університету Біблійного ботанічного саду. Ця ідея об'єднала викладачів та студентів університету і поступово Біблійний сад перетворюється на осередок морально-духовного та естетичного виховання молоді.

Активна багаторічна виробнича, науково-дослідна, навчально-методична та викладацька діяльність М. М. Барни була відзначена державою. За особливі успіхи, досягнуті в роботі з освоєння цілинних і перелогових земель він був нагороджений значком ЦК ВЛКСМ «За освоєння нових земель» (24.09.1958). За значний особистий внесок у розвиток національної освіти України та наукові здобутки обраний: членом-кореспондентом Української екологічної академії наук (19.02.1993); академіком Української екологічної академії наук (24.11.1995); академіком Академії наук Вищої школи України (2002); почесним членом Українського ботанічного товариства (18.05.2006).

За особистий внесок у соціально-економічний, культурний розвиток Української держави, вагомі трудові досягнення та з нагоди 15-ї річниці незалежності України Указом Президента України М. М. Барні присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» (18.08.2006).

За досягнуті успіхи в освіті та науці Міжнародною Соросівською програмою підтримки освіти в галузі точних наук (ISSEP) у 1998 році М. М. Барні присвоєно звання «Соросівський асоційований професор» і вручено грант № АРУ 074006. За особливі успіхи та високий професіоналізм у підготовці висококваліфікованих фахівців освіти, наукові здобутки, вагомий внесок у справу охорони природи та багаторічну працю на ниві освіти та науки нагороджений: знаком «Відмінник охорони природи УРСР» (27.06.1983); значком «Відмінник народної освіти УРСР» (30.10.1987); медаллю «Ветеран праці» (30.11.1987); почесною грамотою Міністерства освіти України (1995); грамотою Тернопільської обласної державної адміністрації (квітень 2000); грамотою відділу освіти і науки Тернопільської обласної державної адміністрації (квітень 2000); грамотою Тернопільської обласної державної адміністрації (05.08.2017); грамотами Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (2006, 2017).

За значний особистий внесок у розвиток української біологічної науки, наукові здобутки, вагомий внесок у розвиток освіти та науки Постановою Президії Академії наук Вищої школи України присуджено нагороду Ярослава Мудрого в галузі науки і техніки (січень 2007); за видатні заслуги у сфері вищої освіти розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1174-р від 29 вересня 2021 р. призначено довічну стипендію Кабінету Міністрів України.

### **Основні наукові та навчально-методичні праці професора М. М. Барни Монографії**

1. Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загальнодержавного значення : монографія / М. М. Барна, Л. П. Царик, С. В. Зелінка [та ін.]. Тернопіль : Лілея, 1997. 164 с.

2. Микола Барна, Любов Барна, Ганна Яцук. Декоративні лікарські рослини : монографія. Тернопіль : Підручники і посібники, 2006. 80 с. : іл. (2 видання).
3. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX – початок XXI ст.) : монографія / М. М. Барна, Л. С. Барна. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2015. 240 с. : іл.
4. М. М. Барна, Л. С. Барна. Дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка та перспективи створення біблійного ботанічного саду : монографія. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2017. 248 с. : кольор. іл.
5. Барна М. М., Барна Л. С., Герц Н. В., Мацюк О. Б. Морфогенез вегетативних і генеративних органів видів і гібридів родини Salicaceae Mirb. (історія дослідження): монографія / за ред. Миколи Барни. Тернопіль : ФОП Осадца Ю.В. 2021. 179 с.: іл.
6. Кафедра ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: минуле, сучасне, майбутнє (до 80-річчя заснування 1940–2020 рр.): монографія / С. В. Пида, М. М. Барна, Л. С. Барна, Н. В. Герц, Г. М. Голіней, О. Б. Конончук, М. А. Крижановська, О. Ю. Майорова, О. Б. Мацюк, Н. В. Москалюк, М. З. Прокон'як, Л. О. Шевчик, Р. Л. Яворівський / за ред. М. М. Барни. Тернопіль : ФОП Осадца Ю.В., 2021. 416 с.
7. Барна М. М., Барна Л. С., Барна О. М. Лемківська церква Вознесіння Господнього у Тернополі : монографія. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2021. 176 с.: іл.

### Бібліографії

1. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка 1962–2002 рр. / уклад. Барна М. М., Похила Л. С., Грубінко В. В. [та ін.]; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Видавничий відділ ТДПУ, 2002. 182 с.
2. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка 2003–2012 рр. / уклад. Барна М. М., Барна Л. С., Грубінко В. В. [та ін.]; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Терно-граф, 2013. 156 с.

### Словники

1. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії: словник для студентів біологічних спеціальностей вищих закладів освіти. Київ : Видавничий центр «Академія», 1997. 272 с. (5 видань).
2. Барна М. М., Пида С. В., Шанайда Н. Д. Тлумачний словник біологічних термінів і понять у курсі «Біологія» (VI клас) : словник для вчителів біології, учнів загальноосвітніх шкіл і студентів біологічних спеціальностей вищих педагогічних закладів освіти. Тернопіль : Мандрівець, 1997. 56 с. *(Ця робота була частково підтримана Міжнародною Соросівською програмою підтримки освіти в галузі точних наук (ISSEP), грант № АРУ 074006).*
3. Барна Микола, Герц Наталія, Барна Любов. Дендрологія. Термінологічний словник. Тернопіль : ФОП Осадца В. Ю., 2022. 258 с.

### Науково-популярні видання

1. Микола Барна. Curriculum vitae : науково-популярне видання / уклад. : Л. С. Барна, Н. В. Герц. Автор передмови академік НАН України К. М. Ситник. Тернопіль : Підручники і посібники, 2008. 288 с.: іл.
2. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940–2010) : науково-публіцистичне видання / М. М. Барна, В. З. Курант, Л. С. Барна [та ін.]; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. 308 с.
3. М. М. Барна. Радощина в моєму серці: науково-популярне видання. Тернопіль : Підручники і посібники, 2011. 240 с.

### Навчальні посібники для вищих навчальних закладів України

1. М. М. Барна, Н. В. Герц, О. Б. Мацюк. Ботаніка. Морфологія рослин. Щоденник навчальної практики: навчальний посібник. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2016. 96 с. (4 видання)
2. М. М. Барна. Ботаніка. Практикум з анатомії та морфології рослин : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2014. 304 с. : іл. Лист МОН України 1/1–8454 від 03.06.2014 р. (3 видання).
3. М. М. Барна, Л. С. Барна. Видатні вчені ботаніки: навчальний посібник. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2013. 192 с.
4. М. М. Барна, Н. В. Герц, О. Б. Мацюк. Організація самостійної роботи студентів з анатомії та морфології рослин : навчальний посібник. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2016. 160 с.
5. Барна М. М., Герц Н. В. Основи цитоембріології Квіткових рослин (Magnoliophyta). Лабораторний практикум: навч. посіб. Тернопіль : «Вектор», 2019. 126 с.

**Посібники для вчителів біології та здобувачів загальної середньої освіти**

1. І. В. Барна, М. М. Барна. Збірник задач і розв'язків з біології: навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв та коледжів. У 4–х ч. Тернопіль : Мандрівець, 1997. Ч. I. 104 с. (2 видання).
2. І. В. Барна, М. М. Барна. Збірник задач і розв'язків з біології: навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв і коледжів. У 4–х ч. Тернопіль : Мандрівець, 1997. Ч. II. 112 с. (2 видання).
3. І. В. Барна, М. М. Барна. Збірник задач і розв'язків з біології: навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв і коледжів. У 4–х ч. Тернопіль : Мандрівець, 1997. Ч. III. 96 с. (2 видання).
4. І. В. Барна, М. М. Барна. Задачі та розв'язки : навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв і коледжів. У 4–х ч. Тернопіль : Мандрівець, 1997. Ч. IV. 80 с. (2 видання).
5. М. М. Барна, Л. С. Похила, Г. Ф. Яцук. Біологія для допитливих. I частина. Дроб'янки, Рослини, Гриби: посібник. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2000. 88 с.
6. М. М. Барна, Л. С. Похила, Л. О. Шевчик, Г. Ф. Яцук. Біологія для допитливих. II частина. Царство Тварини : посібник. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2002. 144 с.
7. М. М. Барна, Л. С. Похила, Г. Ф. Яцук. Біологія. 10 клас. Завдання для тематичного контролю знань : посібник для вчителів біології. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2001. 56 с.
8. М. М. Барна, Л. С. Барна, О. О. Семенів. Кімнатні рослини у навчально–виховному процесі з біології: посібник для вчителів біології. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2008. 160 с. : іл.
9. М. М. Барна, Л. С. Барна, Г. Ф. Яцук. Навчальні заняття з біології. Можливі варіанти: посібник для вчителів біології. Тернопіль : Астон, 2005. 140 с.
6. М. М. Барна, Л. С. Похила, Г. Ф. Яцук. Біологія. 11 клас. Завдання для тематичного контролю знань : посібник для вчителів біології. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2001. 64 с.
10. І. В. Барна, М. М. Барна. Біологія. Задачі та розв'язки : навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв і коледжів. У 2–х ч. Тернопіль : Мандрівець, 2000. Ч. I. 224 с. (2 видання).
11. І. В. Барна, М. М. Барна. Біологія. Задачі та розв'язки: навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв і коледжів. У 2–х ч. Тернопіль : Мандрівець, 2000. Ч. II. 160 с. (2 видання).
12. І. В. Барна, М. М. Барна, Л. С. Барна. Біологія. Задачі та розв'язки : навчальний посібник для учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, ліцеїв і коледжів. Тернопіль : Мандрівець, 2005. – 384 с. Протокол МО України 8/3-18 від 28.07.1999 р. (5 видань).
13. Біологія для спеціальностей: «Біологія та хімія», «Біологія (додатково англійська мова)», «Біологія (додатково основи екології)», «Хімія та біологія», «Географія та біологія» / М. М. Барна, Л. С. Барна, Г. Я. Жирська [та ін.]. Довідник для вступників до Терноп. нац. пед. ун–ту ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2005. С. 61–68.
14. М. М. Барна, В. М. Черняк, Л. С. Похила [та ін.]. Організація роботи з обдарованими школярами. Мала академія : посібник для учнів загальноосвітніх шкіл і ПТУ, вчителів біології, основ екології та валеології. Тернопіль : Мандрівець, 1996. 96 с.
15. М. М. Барна, В. М. Черняк, Л. С. Похила [та ін.]. Організація роботи з обдарованими школярами. Всеукраїнська олімпіада еколого–природничого спрямування : посібник для учнів загальноосвітніх шкіл і ПТУ, вчителів біології, основ екології та валеології. Тернопіль : Мандрівець, 1997. 104 с.

**Методичні рекомендації**

1. М. М. Барна, Н. Д. Шанайда, М. І. Шанайда [та ін.]. Ботанічна номенклатура : методичні рекомендації для студентів спеціальності «Біологія і хімія», «Біологія і англійська мова», «Біологія», «Хімія і біологія», та «Географія і біологія». Тернопіль, 2001. 42 с.
2. М. М. Барна, О. П. Іванова, Л. С. Похила [та ін.]. Методи перевірки знань учнів з курсу «Біологія». VI клас : методичні рекомендації для вчителів біології загальноосвітніх шкіл. Тернопіль : Мандрівець, 1998. 80 с.
3. М. М. Барна, Н. Д. Шанайда, М. І. Шанайда. Методичні рекомендації до навчально-польової практики з ботаніки (морфології рослин) для студентів I–го курсу (спеціальність «Біологія і хімія» та «Біологія»). Тернопіль, 1999. 65 с.
4. М. М. Барна. Програмований безмашинний контроль за самостійною роботою студентів з анатомії та морфології рослин. Методичні рекомендації для студентів природничих факультетів педагогічних інститутів. Київ : РНМК Міносвіти УРСР, 1985. 48 с. *Рекомендовано МО України.*
5. М. М. Барна, І. В. Мороз. Організація і проведення самостійної роботи студентів з анатомії та морфології рослин. Методичні рекомендації для студентів природничих факультетів педагогічних

інститутів. Київ : РНМК Міносвіти УРСР, 1988. 48 с. *Рекомендовано МО України.*

**Авторські свідоцтва на винаходи**

1. А. с. 1423115 ССРСР, МКИ А 61 D 3/00. Столик для закрєплення, фиксації и оперирования лабораторных животных / Н. Н. Барна, М. М. Мороз, О. Н. Барна (ССРСР). – № 4104218/30–15; заявл. 09.07.86 : опубл. 15.09.88, Бюл. № 34.
2. А. с. 1438694 ССРСР, МКИ А 61 В 5/00. Устройство для выделения участка коры головного мозга / Н. Н. Барна, М. М. Мороз (ССРСР). – № 4092389/28 – 14; заявл. 14.07.86 : опубл. 23.11.88, Бюл. № 43. А. с. 1457866 ССРСР, МКИ А 01 Н 1/04.
3. Способ Н. Н. Барны прогнозирования гетерозиса у гибридов тополей и ив. Н. Н. Барна (ССРСР). – № 104950/30–13; заявл. 02.06.86 : опубл. 5.02.89, Бюл. № 6.
4. А. с. 1567139 ССРСР, МКИ А 01 К 61/00. Способ приготовления искусственного корма для товарного карпа / С. В. Крутовский, А. В. Лутцев, Н. Н. Барна, Р. Н. Шандрук, В. З. Курант, О. Б. Столяр, Л. М. Романишина, Н. В. Серета (ССРСР). № 4189117/31–13; заявл. 02.02.87 : опубл. 30.05.90, Бюл. № 20.
5. А. с. 1655388 ССРСР, МКИ А 01 Н 1/04. Способ Барны Н. Н. подбора родительских пар для получения гетерозисных гибридов ивовых / Н. Н. Барна (ССРСР). – № 4664259/13; заявл. 26.01.89 : опубл. 15.06.91, Бюл. № 22.

**Біографічні дані** Миколи Миколайовича включені у такі видання:

1. Довідник. Діячі науки і культури Лемківщини. Торонто. Львів : Думка світу, 2000. 124 с.
2. Довідник. Академія наук вищої школи 1992–2007. Київ, 2007. 219 с.
3. Довідник. Фізіологи рослин України / Інститут фізіології рослин і генетики НАН України; уклад. В. В. Моргун, Ж. З. Гуральчук. Київ : Логос, 2006.
4. Довідковий посібник. Українське ботанічне товариство. Київ : Наукова думка, 1979. 186 с.
5. Бюлетень ВАК України, №1/2002. Повідомлення про захист дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук. С. 42–43: Біологічні науки.
6. Енциклопедія сучасної України НАН України, 2003. Т. 2. Б – Біо. 872 с.
7. Книга педагогічної слави України. Київ, 2008. 428 с.

Окрім наукової та педагогічної діяльності Микола Миколайович проводив велику навчально-організаційну та громадсько-суспільну діяльність на факультеті, в університеті та поза його межами. Упродовж 16 років (1990–2016) він був членом вченої ради Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, вченої ради природничого (1977–1997 рр.) та хіміко-біологічного (1997 р. – понині) факультету. Був членом спеціалізованої вченої ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій Д 26. 211.01 при Інституті ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України (2003–2012 рр.) та спеціалізованої вченої ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій Д 26.211.01 при Національному лісотехнічному університеті України (2008–2014 рр.). Є головою Тернопільського відділення Українського ботанічного товариства (2002 р. понині), членом Всеукраїнського товариства «Лемківщина».

Професор Микола Миколайович Барна – не лише відомий вчений-ботанік, педагог, а передусім людина, яка понад усе любить рідну землю, народ, молодь, свою родину. Господь наділив його безцінним талантом – дарувати знання іншим, втілювати результати наукового пошуку та великого життєвого досвіду на сторінках своїх книг, генерувати нові ідеї й реалізовувати їх в життя разом з колегами та однодумцями. М.М. Барна за час своєї трудової діяльності виховав не одне покоління талановитих вчителів і науковців, передав їм необхідні знання та навички, сприяв прищепленню високих моральних якостей і принципів [6].

Не зупинятися на досягнутому – таке життєве кредо М.М. Барни Він переповнений новими ідеями, планами та у творчому пошуку. Закінчивши один посібник чи монографію, сивочолий професор з юнацькою завзятістю та наполегливістю окреслює плани та перспективи підготовки наступних наукових і навчально-методичних видань, прагне передати знання, вміння та досвід своїм колегам, студентам.

Отож, дорогий Миколо Миколайовичу, шанований нами Учителю, ми ще і ще раз хочемо засвідчити Вам нашу любов і повагу. Низький уклін Вам за Вашу наполегливу

працю, за знання та досвід, за вклад у розвиток нашого факультету та університету! Щастя Вам на Вашій життєвій ниві!

1. Барна О. М. Професор Микола Миколайович Барна – віхи життєвого, наукового, навчально-педагогічного шляху та громадської діяльності. До 80-річчя від дня народження. *Мистецтво лікування*. 2018. № 1–2 (147–148). С. 55–66.
2. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка 2003–2012 рр. / уклад. Барна М. М., Барна Л. С., Грубінко В. В. [та ін.]; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Терно-граф, 2013. 156 с.
3. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка 1962–2002 рр. / уклад. Барна М. М., Похила Л. С., Грубінко В. В. [та ін.]; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Видавничий відділ ТДПУ, 2002. 182 с.
4. Микола Барна. Curriculum vitae: наук.-попул. вид. / уклад.: Л. С. Барна, Н. В. Герц. Автор передмови академік НАН України К. М. Ситник. Тернопіль : Підручники і посібники, 2008. 288 с. : іл.
5. Микола Барна. Радостина в моєму серці: наук.-попул. вид. Тернопіль : Підручники і посібники, 2011. 240 с. : іл.
6. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940–2010) : науково-публіцистичне видання / М. М. Барна, В. З. Курант, Л. С. Барна [та ін.]; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. 308 с.

## References

1. Barna O. M. Profesor Mykola Mykolayovych Barna – vikhy zhyttievoho, naukovo, navchalno-pedahohichnoho shliakhu ta hromadskoi diialnosti. Do 80-richchia vid dnia narodzhennia. *Mystetstvo likuvannia*. 2018. No 1–2 (147–148). S. 55–66. [in Ukrainian]
2. Bibliohrafiia naukovykh i naukovo-metodychnykh prats vykladachiv khimiko-biolohichnoho fakultetu Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. V. Hnatiuka 2003–2012 rr. / uklad. Barna M. M., Barna L. S., Hrubinko V. V. [ta in.]; za red. M. M. Barny. Ternopil : Terno-hraf, 2013. 156 s. [in Ukrainian]
3. Bibliohrafiia naukovykh i naukovo-metodychnykh prats vykladachiv khimiko-biolohichnoho fakultetu Ternopilskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu im. V. Hnatiuka 1962–2002 rr. / uklad. Barna M. M., Pokhyla L. S., Hrubinko V. V. [ta in.]; za red. M. M. Barny. Ternopil : Vydavnychyy viddil TDPU, 2002. 182 s. [in Ukrainian]
4. Mykola Barna. Curriculum vitae: nauk.-popul. vyd. / uklad.: L. S. Barna, N. V. Herts. Avtor peredmovy akademik NAN Ukrainy K. M. Sytnyk. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2008. 288 s. : il. [in Ukrainian]
5. Mykola Barna. Radotsyna v moiemu serts: nauk.-popul. vyd. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2011. 240 s. : il. [in Ukrainian]
6. Narisy istorii khimiko-biolohichnoho fakultetu Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka (1940–2010) : naukovo-publitsystychnye vydannia / M. M. Barna, V. Z. Kurant, L. S. Barna [ta in.]; za red. M. M. Barny. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2010. 308 s. [in Ukrainian]

*N. M. Drobyk, S. V. Pyda, L. S. Barna, N. V. Herts, O. B. Matsiuk*

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

BARNA MYKOLA MYKOLAIOVYCH – FAMOUS UKRAINIAN SCIENTIST-BOTANIST, CYTOEMBRYOLOGIST, EMINENT SCIENCE AND TECHNOLOGY FUNCTIONARY OF UKRAINE, TEACHER (dedicated to the 85<sup>th</sup> birth anniversary)

Mykola Mykolaiiovych Barna, who celebrated his 85th birthday on February 8, 2023, is a renowned Ukrainian scientist in the fields of botany, morphology, dendrology, and plant cytoembryology. He holds the titles of Academician of the Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine, Merited Science and Technology Functionary of Ukraine, Education Excellence of Ukraine, Nature Conservation Excellence of Ukraine, and is an Honorary Member of the Ukrainian Botanical Society.



He is also a scholarship holder of the Cabinet of Ministers of Ukraine, a Doctor of Biological Sciences, and a Professor at the Department of Botany and Zoology at Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.

This article highlights Professor's impressive 62-year career in production, research, education, pedagogy, and public service. He began as a lecturer and senior lecturer at the Department of Botany in 1971, became an associate professor in 1975, and a professor in 1996. He served as the head of the Department of Botany from 2002 to 2012 and as the head of the Department of Botany and Zoology from 2012 to 2014. Additionally, he held positions such as Deputy Dean of the Faculty of Natural Sciences from 1977 to 1985 and Dean of the Faculty of Chemistry and Biology from 1990 to June 2006.

Professor M. M. Barna's extensive scholarly output includes over 450 published works, including monographs, bibliographies, dictionaries, scientific publications, educational materials for high and secondary education institutions, and methodological recommendations. He has supervised the defence of seven PhD theses and served as an official opponent at academic councils for the defence of doctoral and PhD theses. He was a member of specialised academic councils at the M. G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine and the National Forestry University of Ukraine. For over two decades, he chaired the editorial board of the specialised scientific publication "Scientific notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology."

Professor Barna's contributions also extend to initiatives such as the establishment of the Arboretum of Ternopil State Pedagogical Institute, the creation of the herbarium of the Department of Botany (now the "Herbarium-laboratory of plant morphology and taxonomy"), and the establishment of the laboratory of biology and ecology known as the "Holytskyi biostation of the university." He played a crucial role in the realisation of the Biblical Botanical Garden on TNPU's premises, turning this idea into a reality. Professor Mykola Mykolaiovych Barna's lifelong dedication to science and education has left an indelible mark on his field and the academic community.

*Key words: scientist, teacher, botany, cytoembryology, dendrology, scientific works, dissertations, "Scientific Notes", arboretum, Biblical Botanical Garden, herbarium, specialised academic councils.*

Надійшла 25.05.2023.