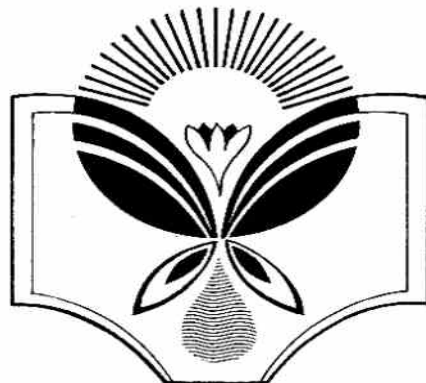




Наукові записки

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

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



**83 (3-4)
2023**

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 19.12.2023 р. (протокол № 7)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

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

Заступники головного редактора:

В. В. Грубінко – 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; **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** – д.б.н., проф., 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.

Українські та латинські назви рослин і тварин наведені за авторським текстом
За зміст, авторську позицію та достовірність наведених у статтях фактів, цитувань відповідальність несуть автори.
© Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

UDC 57(062.552)

H 34

Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University.
Series: Biology. 2023. T. 83, № 3–4. 146 p.

*Published by the decision of the Academic Council
of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
from 19.12.2023 (protocol № 7)*

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; **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** – Dr. Sci. in Biol., Prof., 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. Rzymiski** – 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

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

- А. М. ЛІСНІЧУК, Р. С. ПАНАСЕНКО, Л. А. ВЕРИКІВСЬКИЙ, Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ
АВТОХТОННА ТА ІНТРОДУКОВАНА ДЕНДРОФЛОРА КРЕМЕНЕЦЬКОГО
БОТАНІЧНОГО САДУ..... 8
- Г. П. МЕГАЛІНСЬКА, О. В. ПАНЧУК, І. О. ТКАЧУК, В. І. РОМАНЮГА
ЦИТОСТАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ЕНДОКАРПІВ ДЕЯКИХ
ПЛОДОВИХ РОСЛИН..... 16

ЗООЛОГІЯ

- О. С. ПАНЧУК, О. М. ХОПТИНЕЦЬ, М. О. ХОПТИНЕЦЬ
ЧОРНИЙ ЛЕЛЕКА (*CICONIA NIGRA*) В ЦЕНТРІ ПІВНІЧНОЇ
ЧАСТИНИ ЖИТОМИРЩИНИ: ЧИСЕЛЬНІСТЬ, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ
ТА ОХОРОНА..... 22
- Е. М. РІЗУН, О. В. ПАЛАМАРЕНКО, Ю. Р. БРОДОВИЧ
АНАЛІЗ МИСЛИВСЬКОЇ ТЕРІОФАУНИ ХУСТСЬКОГО ЛІСОВОГО
ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА, ВЕЛИКОБИЧКІВСЬКОГО ТА
ДОВЖАНСЬКОГО ЛІСОМИСЛИВСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ..... 30

ГІДРОБІОЛОГІЯ

- Г. Б. ГУМЕНЮК, Н. М. ГАРМАТІЙ, Б. Б. СОКІЛ, В. О. ХОМЕНЧУК, В. В. ГРУБІНКО,
О. Б. МАЦЮК, Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, О. С. ВОЛОШИН
МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ КОМПОНЕНТІВ ПРІСНОВОДНИХ
ГІДРОЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ РІКА ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ТА ВОДОЗАБОРУ М. ЛАНІВЦІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ)..... 36

ЕКОЛОГІЯ

- Х. М. КОЛІСНИК, М. З. ПРОКОП'ЯК, Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБИК
ХОРОЛОГІЯ ТА БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДІВ РОДУ *CARLINA* L.
ФЛОРИ УКРАЇНИ..... 48

ІХТІОЛОГІЯ

- Н. О. ВОВЧЕК, Г. М. ГОЛІНЕЙ, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ
ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ Co^{2+} НА МОРФОМЕТРИЧНІ
ПОКАЗНИКИ У ПРІСНОВОДНИХ РИБ..... 58

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

- Г. П. МЕГАЛІНСЬКА, В. Г. БЛИК, О. В. ПАНЧУК, Є. В. ДАНИЛЕНКО
ПОРІВНЯННЯ АНТИБАКТЕРІАЛЬНОЇ ДІЇ СІРКОВМІСНИХ
ТА ЙОДОВМІСНИХ РОСЛИН..... 65
- С. В. ПОЛИВАНИЙ, О. А. ШЕВЧУК, О. О. ТКАЧУК, О. О. ХОДАНЦЬКА,
О. А. МАТВІЙЧУК, А. С. ПОЛИВАНА
ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ РЕТАРДАНТУ ХЛОРЕКВАТХЛОРИДУ
ТА СТИМУЛЯТОРА РОСТУ ТРЕПТОЛЕМУ НА МОРФОГЕНЕЗ
І ПРОДУКТИВНІСТЬ МАКУ ОЛІЙНОГО..... 71

ОГЛЯДИ

- Л. Р. ГРИЦАК, М. Я. КРАВЕЦЬ
АНАЛІЗ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАВУНА ЗВИЧАЙНОГО (*CIRCULLUS
LANATUS* (THUNB.) MATSUM. ET NAKAI) ДО РОСТУ В АГРОЕКОЛОГІЧНИХ
УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ..... 78
- В. В. ГРУБІНКО, А. В. ГРУБІНКО
БІОСОЦІАЛЬНА ЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДИНИ В СЕРЕДОВИЩІ ЇЇ ІСНУВАННЯ..... 92
- В. І. КОГУТ, Г. Б. ГУМЕНЮК, В. В. ГРУБІНКО, О. Е. ЛУКАЩУК
СТАЛИЙ РОЗВИТОК КРІЗЬ ПРИЗМУ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РОСІЇ
ПРОТИ УКРАЇНИ..... 108

ЗМІСТ

I. В. ЧЕРНІК, О. В. ТРИГУБА НУТ ЗВИЧАЙНИЙ (<i>CICER ARIETINUM</i> L.) – ПЕРСПЕКТИВНА БОБОВА КУЛЬТУРА ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	117
ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ	
О. С. ВОЛОШИН, Г. Б. ГУМЕНЮК ДО 150-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ЗАСНОВНИКА УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЇ ВАСИЛЯ ЮРІЙОВИЧА ЧАГОВЦЯ	127
Н. М. ДРОБИК, С. В. ПИДА, Л. С. БАРНА, Н. В. ГЕРЦ, О. Б. МАЦЮК, Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ ПАМ'ЯТІ ВІДОМОГО УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО-БОТАНІКА, ЗАСЛУЖЕНОГО ДІЯЧА НАУКИ І ТЕХНІКИ, ПРОФЕСОРА, АКАДЕМІКА ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ БАРНИ МИКОЛИ МИКОЛАЙОВИЧА (08.02.1938 – 13.07.2023 рр.).....	132
С. В. ПИДА, Л. С. БАРНА, Н. В. МОСКАЛЮК, Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, О. Б. МАЦЮК В. О. ШИМАНСЬКА – ВІДОМА УКРАЇНСЬКА ВЧЕНА-БОТАНІК ТА ЗНАВЕЦЬ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН.....	137

CONTENTS

BOTANY

- A. M. LISNICHUK, R. S. PANASENKO, L. A. VERYKIVSKYI, R. L. YAVORIVSKYI
AUTOCHTHONOUS AND INTRODUCED DENDROFLORA OF KREMENETS
BOTANICAL GARDEN 8
- A. P. MEGALINSKA, O. V. PANCHUK, I. O. TKACHUK, V. I. ROMANYUGA
ENDOCARPS' CYTOSTATIC ACTIVITY OF SOME FRUIT PLANTS 16

ZOOLOGY

- O. S. PANCHUK, O. M. KHOPTYNETS, M. O. KHOPTYNETS
BLACK STORK (*CICONIA NIGRA*) IN THE CENTER OF THE NORTHERN PART
OF ZHYTOMYR REGION: NUMBERS, BIOLOGICAL CHARACTERISTICS
AND PROTECTION 22
- E. M. RIZUN, O. V. PALAMARENKO, Yu. R. BRODOVYCH
ANALYSIS OF THE HUNTING THERIOFAUNA OF THE KHUST FOREST
RESEARCH FARM, VELIKOBYCHKIV AND DOVZHAN FOREST
RESEARCH FARMS..... 30

HYDROBIOLOGY

- H. B. HUMENIUK, N. M. HARMATII, B. B. SOKIL, V. O. KHOMENCHUK,
V. V. HRUBINKO, O. B. MATSIUK, R. L. YAVORIVSKYI, O. S. VOLOSHYN
MODELING THE DYNAMICS OF COMPONENTS OF FRESHWATER
HYDROECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF THE RIVER RIKA IN THE
TRANSCARPATHIAN REGION AND THE WATER INTAKE OF LANIVTSI
IN THE TERNOPIL REGION) 36

ECOLOGY

- Kh. M. KOLISNYK, L. R. HRYTSAK, M. Z. PROKOPIAK, N. M. DROBYK
THE CHOROLOGY AND BIOECOLOGICAL FEATURES OF SPECIES
OF THE GENUS *CARLINA* L. FLORA OF UKRAINE 48

ICHTHYOLOGY

- N. O. VOVCHEK, H. M. HOLINEI, V. O. KHOMENCHUK, V. Z. KURANT
INFLUENCE OF INCREASED CONCENTRATIONS OF CO²⁺ IONS ON THE
MORPHOMETRIC INDICATORS IN FRESHWATER FISH 58

PLANT PHYSIOLOGY

- A. P. MEGALINSKA, V. H. BILYK, O. V. PANCHUK, Ye. V. DANILENKO
COMPARISON OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF SULFUR AND IODINE-
CONTAINING PLANTS..... 65
- S. V. POLYVANYI, O. A. SHEVCHUK, O. O. TKACHUK, O. O. KHODANITSKA,
O. A. MATVIYCHUK, A. S. POLYVANA
THE INFLUENCE OF THE COMPLEX ACTION OF THE RETARDANT
CHLORMEQUAT CHLORIDE AND THE GROWTH STIMULANT TREPTOLEM
ON THE MORPHOGENESIS AND PRODUCTIVITY OF OILSEED POPPY 71

REVIEWS

- L. R. HRYSAK, M. Ya. KRAVETS
ANALYSIS OF THE ADAPTIVE POTENTIAL OF THE COMMON WATERMELON
(*CIRCULLUS LANATUS* (THUNB.) MATSUM. ET NAKAI) TO GROWTH IN AGRO-
ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE WESTERN REGION OF UKRAINE 78
- V. V. HRUBINKO, A. V. HRUBINKO
BIOSOCIAL EVOLUTION OF MAN IN THE ENVIRONMENT OF HIS EXISTENCE. 92
- V. I. KOHUT, H. B. HUMENIUK, V. V. HRUBINKO
SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH THE PRISM OF RUSSIA'S
MILITARY AGGRESSION AGAINST UKRAINE..... 108

CONTENTS

I. V. CHERNIK, O. V. TRYHUBA COMMON CHICKPEA (<i>CICER ARIETINUM</i> L.) – A PROSPECTIVE LEGUME CULTURE OF THE WESTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE.....	117
HISTORY OF SCIENCE. OUTSTANDING PEOPLE	
O. S. VOLOSHYN, H. B. HUMENIUK TO THE 150TH ANNIVERSARY OF THE BIRTHDAY OF THE FOUNDER OF THE UKRAINIAN SCHOOL OF ELECTROPHYSIOLOGY VASYL YURIYOVYCH CHAHOVETS.....	127
N. M. DROBYK, S. V. PYDA, L. S. BARNA, N. V. HERTS, O. B. MATSIUK, R. L. YAVORIVSKYI IN MEMORY OF THE RENOWNED UKRAINIAN BOTANIST, DISTINGUISHED SCIENTIST AND TECHNOLOGIST, PROFESSOR, ACADEMICIAN OF HIGHER EDUCATION OF UKRAINE, BARNA MYKOLA MYKOLAIOVYCH (08.02.1938 – 13.07.2023)	132
S. V. PYDA, L. S. BARNA, N. V. MOSKALYUK, R. L. YAVORIVSKYI, O. B. MATSIUK V. O. SHYMANSKA – RENOWNED UKRAINIAN BOTANIST AND EXPERT IN MEDICINAL PLANTS	137

БОТАНІКА

УДК 582.477.2/58.006

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.1

¹А. М. ЛІСНІЧУК, ¹Р. С. ПАНАСЕНКО, ¹Л. А. ВЕРИКІВСЬКИЙ, ²Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ

¹Кременецький ботанічний сад

вул. Ботанічна, 5, м. Кременець, Кременецький район, Тернопільська область, 47003

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: kbs1@ukr.net, forik-botan@i.ua

АВТОХТОННА ТА ІНТРОДУКОВАНА ДЕНДРОФЛОРА КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ

Представлено результати дослідження сучасного стану дендрофлори Кременецького ботанічного саду. Описано його таксономічний склад, проведено систематичний та ботаніко-географічний аналізи, виявлено біологічні й екологічні особливості деревних рослин, які зростають та культивуються на території установи.

За даними останньої інвентаризації колекційний фонд нараховує 318 видів та 96 культиварів деревних рослин, які належать до 80 родів та об'єднуються у 44 родини. Відділ *Magnoliophyta* домінує за кількістю родин (39, 88,64 %), родів (68, 85 %) та видів (337, 81,40 %). Відділ *Pinophyta* представлений 5 родами (11,36 %), 12 родинами (15 %) та 77 видами (18,60 %). За класифікацією І. Г. Серебрякова у колекції переважають дерева (51,21 %), зокрема листопадні (44,69 %) та вічнозелені (6,52 %). Серед кущів (45,41 %) домінують листопадні (31,40 %), а вічнозелені становлять невелику групу (14,01 %). Напівкущі представлені напіввічнозеленими екземплярами (3,14 %).

За екологічними показниками виявлено 3 типи екоморф: геліоморфа, гігморорфа, трофоморфа. За ступенем пристосування до освітлення в складі досліджуваної флори переважають геліофіти (238, 72,46 %), за трофічним показником переважає група мезотрофів (156 видів, 49,06 %), серед гігморорф домінують мезофіти (287, 90,25 %). Інтродуценти адаптувалися до місцевих умов зростання та добре співіснують з аборигенними видами. У цілому природно-кліматичні умови сприятливі для інтродукції деревних рослин із різних флористичних областей Голарктики. Найбільшим представництвом відзначаються Східноазійська, Атлантично-північноамериканська і Циркумбореальна флористичні області. У колекціях та експозиціях найбільше представлено рослин у віковому діапазоні від 5 до 20 років.

Співробітниками саду закладено ділянки наступних родових комплексів: кизильників (*Cotoneaster*), рододендронів (*Rhododendron*), магнолій (*Magnolia*), таволг (*Spiraea*), бузків (*Syringa*), голонасінних (*Pinophyta*).

Ключові слова: дендрофлора, колекційний фонд, аборигенні види, інтродуценти.

Історія ботанічних садів в Україні починається з монастирських садів (їх ще називали аптекарськими), у яких вирощували лікарські рослини. Польськомовні архівні джерела свідчать про те, що перші ботанічні сади на Волині виникли в другій половині XVII ст. при школах монастирів піарів і відзначалися значним різноманіттям своїх колекцій [6].

Кременецький ботанічний сад бере початок з аптечного саду, організованого при єзуїтському колеґіумі. Із 1805 року сад став складовою частиною Волинської гімназії та важливим пунктом інтродукції й акліматизації, а також центром поширення багатьох видів рослин. Великим різноманіттям відзначалася дендрологічна колекція. У 1810 році в її складі були цікаві дендроекзоти, які природно зростають у різних флористичних областях [10, 11].

Після юридичного відновлення та підпорядкування Мінприроди (2001 р.) у Кременецькому ботсаду заново формуються колекційні фонди та розпочинаються інтродукційні дослідження. Упродовж останнього десятиліття видовий склад дерев і кущів ботсаду значно збагатився. Колекція дендрофлори поповнювалася зразками з дендропарків та ботанічних садів України й зарубіжжя, інших науково-дослідних установ [4].

Мета дослідження: провести систематичний, біоморфологічний, географічний та екологічний аналізи дендрофлори, здійснити її розподіл за життєвими формами, походженням і встановити її вікову структуру.

Матеріали та методи досліджень

Матеріали були зібрані під час інвентаризації аборигенних та інтродукованих дерев і чагарників незахищеного ґрунту Кременецького ботанічного саду впродовж 2014–2022 років. Таксономія рослин прийнята відповідно до ієрархічної системи А. Л. Тахтаджяна [9]. Ідентифікацію видів здійснювали за допомогою визначників [7]. Видові назви рослин наведено відповідно до Міжнародного індексу наукових назв рослин [14]. Первинні ареали видів встановлено за літературними даними [1, 2, 3], їх аналіз здійснено за флористичним районуванням земної кулі [9]. Класифікацію життєвих форм деревних рослин наведено за І. Г. Серебряковим [8]. Вік рослин визначали за архівними документами, інвентаризаційними даними та каталогами.

Ідентифікацію рослин здійснювали у вегетаційний період, тривалість якого становить 205–209 днів: починається з першої декади квітня і триває до останніх днів жовтня або початку листопада.

Результати досліджень та їх обговорення

Територія Кременецького ботанічного саду характеризується різноманітними формами ландшафту. Загалом це рівні або злегка похилі плато (гори Калинівка, Осовиця, Воловиця, Куличівка), крутосхили в різних напрямках та ерозійні форми (Куличівська ущелина, Баранячий яр). Площа у 200 га репрезентує типовий ландшафт Кременецьких гір зі складним рельєфом та перепадами висот до 150 м (максимальна абсолютна відмітка в межах саду 399 м над рівнем моря, мінімальна – 255). За генетичною ознакою переважають світло-сірі лісові ґрунти (80,2 %), за механічним складом – легкосуглинкові (55,2 %).

За даними останньої інвентаризації колекційний фонд нараховує 318 видів та 96 культиварів деревних рослин, які належать до 80 родів та об'єднуються у 44 родини, із них 5 родин – представники відділу Голонасінні (*Pinophyta*) та 39 – представники Покритонасінних (*Magnoliophyta*) (табл. 1).

Таблиця 1

Співвідношення між *Pinophyta* та *Magnoliophyta* в дендрофлорі Кременецького ботанічного саду

Відділ	Кількість родин	% від загальної кількості родин	Кількість родів	% від загальної кількості родів	Кількість видів та гібридів	% від загальної кількості видів та гібридів
Голонасінні	5	11,36	12	15,00	77	18,60
Покритонасінні	39	88,64	68	85,00	337	81,40

Цілком закономірно, що інтродуцентів набагато більше (250 видів або 78,62 %), ніж автохтонних видів (68 або 21,38 %). Співвідношення 1 : 3,7 свідчить про успішне впровадження в культивовану дендрофлору Кременецького ботанічного саду рослин іноземного походження. Ці види, зазвичай, характеризуються високою декоративністю, а також стійкістю в нових умовах зростання.

БОТАНІКА

За кількісними показниками переважають представники відділу *Magnoliophyta* – 278 видів, 59 внутрішньовидових таксонів (табл. 2). Найбільшою кількістю видів представлена родина *Rosaceae* Juss. (50 видів, 14 форм, 3 гібриди). Другу позицію займає родина *Caprifoliaceae* Juss. (22 види, 9 форм). На третьому місці родина *Oleaceae* Link. (16 видів, 4 форми, 9 сортів). Пріоритетні позиції ці три родини займають і за кількістю родів, за значного домінування *Rosaceae* (12 родів).

Таблиця 2

Спектр провідних родин та родів дендрофлори відділу *Magnoliophyta* в Кременецькому ботсаду

№ з/п	Провідні родини	К-сть видів та гібридів	% від загальної кількості	К-сть родів	К-сть видів	% від загальної кількості
1	<i>Rosaceae</i>	67	19,88	12	32	9,50
2	<i>Caprifoliaceae</i>	31	9,20	5	17	5,04
3	<i>Oleaceae</i>	29	8,61	6	18	5,34
4	<i>Ericaceae.</i>	22	6,53	3	19	5,64
5	<i>Salicaceae</i>	16	4,75	2	8	2,37
6	<i>Hydrangeaceae</i>	13	3,86	3	6	1,78
7	<i>Magnoliaceae</i>	12	3,56	2	11	3,26
8	<i>Berberidaceae</i>	11	3,26	2	8	2,37
9	<i>Aceraceae</i>	6	1,78	1	6	1,78
10	<i>Juglandaceae</i>	6	1,78	2	4	1,19

До десятки провідних родин належать також *Ericaceae* Juss., *Salicaceae* Mirb., *Hydrangeaceae* Dumort., *Magnoliaceae* Juss., *Berberidaceae* Juss., *Aceraceae* Juss., *Juglandaceae* Lindl. Решта родин представлена по одному роду з 1–3 видами.

Відділ *Pinophyta* представлений двома класами – *Ginkgopsida* та *Pinopsida*, які нараховують 77 таксонів (40 видів і 37 форм). Найбільш багата за видовим різноманіттям родина *Cupressaceae* Gray., у її складі 5 родів, 20 видів, 27 форм. Три роди родини: *Chamaecyparis* Spach., *Thuja* L., *Juniperus* L. – охоплюють 17 видів. Роди *Microbiota* Kom., *Platycladus* Spach, *Thujopsis* Sieb. представлені 1–3 видами. До складу родини *Pinaceae* Spreng. входить 5 родів, 16 видів, 3 форми. Найбагатшим на види є рід *Picea* A. Dietr. (7 видів). Друга позиція в родів *Pinus* L. (4 види) та *Abies* Mill. (4 види). Рід *Larix* Mill. представлений двома видами. Родина *Taxaceae* Gray. нараховує 1 рід, 2 види, 5 форм, родина *Taxodiaceae* E.W. Neger – 2 роди, 2 види, родина *Ginkgoaceae* Engelm. – 1 рід, 1 вид та 1 форму (табл. 3).

Таблиця 3

Таксономічний склад класу Хвойні (*Pinopsida*) у Кременецькому ботсаду

№ з/п	Родина	К-сть родів	% від загальної кількості	К-сть видів	% від загальної кількості	К-сть форм	% від загальної кількості
1	<i>Cupressaceae</i>	6	40,00	20	50,00	27	72,97
2	<i>Pinaceae</i>	5	33,33	15	37,50	4	10,81
3	<i>Taxaceae</i>	1	6,67	2	5,00	5	13,51
4	<i>Taxodiaceae</i>	2	13,33	2	5,00	–	–
5	<i>Ginkgoaceae</i>	1	6,67	1	2,50	1	2,70

У складі колекційної дендрофлори у 32 видів рослин виявлено 96 декоративних форм дерев і кущів – 30,19 % від загальної кількості таксонів. Найбільшу різноманітність форм мають *Thuja occidentalis* L., *Taxus baccata* L., *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray.) Parl., *Syringa vulgaris* L., *Spiraea japonica* Desv.

У спектрі життєвих форм переважають дерева (51,21 %), а саме: листопадні (44,69 %), вічнозелені (6,52 %). Серед кущів (45,41 %) переважають листопадні (31,40 %), а вічнозелені становлять невелику групу (14,01 %). Напівкущі представлені напіввічнозеленими

екземплярами (3,14 %). Серед колекційних зразків дендрофлори – *Hedera helix* L., інші ліани представлено в колекціях квітниково-декоративних рослин та плодкових культур. Результати представлено у таблиці 4.

Таблиця 4

Розподіл дендрофлори Кременецького ботанічного саду за життєвими формами

Життєві форми	Кількість видів та гібридів	% від загальної кількості видів та гібридів
Вічнозелені дерева	27	6,52
Листопадні дерева	185	44,69
Вічнозелені кущі	58	14,01
Листопадні кущі	130	31,40
Напіввічнозелені кущі	13	3,14
Вічнозелені ліани	1	0,24

Результати вивчення вікової структури деревно-чагарникових насаджень показали, що більша частина автохтонної дендрофлори представлена зеленими насадженнями у віці 50–70 років. Серед інтродукованої дендрофлори переважають насадження віком до 20 років. Групи вікових дерев трапляються на ділянках природної флори експозиційної зони та у заповідній частині ботсаду. Представлені вони аборигенними видами: *Carpinus betulus* L., *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill. У старому парку (історична частина ботсаду) таксономічна структура вікових деревних насаджень нараховує 14 видів. Найбільшу кількісну участь має *Fraxinus excelsior* L. Інтродуцентів тут лише два види. Це натуралізований екзот *Aesculus hippocastanum* L. та *Larix decidua* Mill., яка вже понад 200 років є об'єктом лісокультурної діяльності. Їх вік наближається до 200 років [5].

Представники листяної дендрофлори Кременецького ботанічного саду природно зростають на території двох підцарств Голарктичного царства: Бореального і Древньо-середземноморського та 6 флористичних областей (табл. 5).

Таблиця 5

Розподіл Покритонасінних культивованої дендрофлори за ботаніко-географічним походженням

Флористична область	Кількість видів	% від загальної кількості видів
Східноазійська	104	37,4
Атлантично-Північноамериканська	73	26,2
Циркумбореальна	63	22,7
Середземноморська	14	5,0
Область скелястих гір	1	0,4
Ірано-Туранська	8	2,9
Види, що походять із декількох флористичних областей	15	5,4
Усього	278	100

Найбільшим представництвом відзначаються три ботаніко-географічні області – Східноазійська, Атлантично-Північноамериканська та Циркумбореальна. Зі Східноазійської флористичної області походить 104 види (37,4 %), із них: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Aralia mandshurica* Rupr. et Maxim., *Weigela praecox* L. N. Bailey, *Viburnum rhytidophyllum* Hemsl., *Rhododendron dauricum* L., *Spiraea japonica* L. та ін. Деревні рослини з Атлантично-Північноамериканської області налічують 73 види (26,2 %), серед них: *Acer negundo* L., *Catalpa bignonioides* Walter., *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Juglans nigra* L., *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz та інші. Циркумбореальна область представлена 63 видами (22,7 %): *Acer platanoides* L., *Quercus robur* L., *Symphoricarpos albus* (L.) S. F. Blake, *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill. та ін. Інші флористичні області нараховують від 1 до 14 видів. Зокрема, Середземноморська область – 14 видів (5,0 %): *Aesculus hippocastanum* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Platanus orientalis* L., *Buxus sempervirens* L., *Pyracantha coccinea* M. Roem., *Cercis siliquastrum* L. та ін. Ірано-Туранська область – 8 видів (2,9 %): *Quercus*

macranthera Fisch., *Morus nigra* L., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Juglans regia* L., *Cotoneaster horisontalis* Decne. та ін. Область Скелястих гір – 1 вид – *Mahonia aguifolium* (Pursh) Nutt. Значну частку (15 видів, 5,4 %) становить група рослин, види яких утворюють ареал, що поширюється на декілька ботаніко-географічних областей, серед них: *Acer pseudoplatanus* L., *Castanea sativa* Mill., *Lonicera tatarica* L., *Populus alba* L., *Quercus pubescens* Willd., *Sambucus nigra* L., *Sorbus aucuparia* L. та ін. Представленість значної кількості видів із різних флористичних областей та широка їх географія свідчать про порівняно високі інтродукційні можливості території досліджень.

За флористичним поділом світу культивовані Голонасінні природно зростають на території Голарктичного царства, Бореального і Мадреанського підцарств і походять із 5 флористичних областей (табл. 6). Ареали 3 видів охоплюють кілька флористичних областей: *Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Spach, *Juniperus horisontalis* Moench, *Juniperus communis* L. Найбільша кількість видів походить із Циркумбореальної флористичної області (15 або 37,5 %), серед них: *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* J. F. Arnold, *Pinus anksiana* Lamb., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Picea glauca* (Moench) Voss., *Juniperus excelsa* M. Bieb. Групу рослин із області Скелястих гір складають 9 видів (22,5 %): *Thuja plicata* Donnex D. Don, *Picea pungens* Engelm., *Picea engelmanni* Engelm., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco та ін. Східноазійська та Атлантично-північноамериканська флористичні області представлені однаковою кількістю видів (6 або 15,0 %): *Platyclusus orientalis* (L.) Franco, *Abies koreana* E. N. Wilson, *Metasequoia glyptostroboides* Huet W. C. Cheng., *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zuss., *Chamaecyparis pisifera* (Siebet Zucc) Endl., *Thuja standishii* Carrière, *Thuja occidentalis* L., *Tsuga canadensis* Carrière, *Juniperus virginiana* L., *Pinus pungens* Lamb. та ін.

Таблиця 6

Розподіл Голонасінних культивованої дендрофлори за ботаніко-географічним походженням

Флористична область	Кількість видів	% від загальної кількості видів
Циркумбореальна	15	37,5
Область Скелястих гір	9	22,5
Атлантично-північноамериканська	6	15,0
Східноазійська	6	15,0
Мадреанська	1	2,5
Види, що походять з декількох флористичних областей	3	7,5
Усього	40	100

Частина видів рослин інтродукована досить давно і широко представлена в експозиційній зоні ботанічного саду, серед них: *Catalpa bignonioides* Walter, *Juglans nigra* L., *Ginkgo biloba* L., *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. Et Zucc., *Magnolia kobus* DC., *Sophora japonica* L., *Juniperus sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Thuja plicata* Donnex D. Don., *Taxus baccata* L.

На території ботанічного саду виявлено 20 видів (6,3 % від загальної кількості) деревних та чагарникових рослин із інвазійною здатністю, серед них: *Ptelea trifoliata* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Rhus typhina* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun. Більшість видів із інвазійної фракції північноамериканського походження з високою регенераційною здатністю.

У складі досліджуваної флори виявлено 32 види (10,1 %) ендемічних таксонів, які природно зростають на території Голарктичного царства. Переважають ендеміки зі Східноазійської та Атлантично-північноамериканської флористичних областей – 13 та 12 видів відповідно (40,6 % та 37,5 % від усіх ендеміків), решта 7 видів (21,9 %) походять із Циркумбореальної (3), Ірано-Туранської (2) та Мадреанської (1 вид) областей та області Скелястих гір (1 вид). Серед ендемічних дендросозоекзотів культивуються такі види, як *Acer tegmentosum* Maxim., *Magnolia virginiana* L., *Magnolia tripetala* L., *Abies holophylla* Maxim., *Chamaecyparis pisifera* (Siebold et Zucc.) Endl., *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl.

На території ботанічного саду серед лісової рослинності та у колекції зростає червонокнижний вузьколокальний ендемік *Betula klokovii* Zaverucha. У дендрологічній колекції виявлено 16 видів реліктових рослин, які, за визначенням, є рідкісними і зникаючими видами

світової дендрофлори, а три з них – *Ginkgo biloba* L. [15], *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C.Cheng [12] та *Taxus baccata* L. [13] – занесені до Червоного списку МСОП (IUCN).

Серед дендрофлори Кременецького ботанічного саду домінуючою групою деревних видів є мезофіти – 287 видів (90,25 %). До ксерофітів належать види, не вибагливі до наявності води – 15 (4,72 %). Найменшу кількість деревних видів рослин становлять гідрофіти – представники, що ростуть в умовах високого зволоження (сюди належать 16 видів, 5,03 %).

За відношенням до потреб в елементах мінерального живлення у складі досліджуваної флори переважають мезотрофи (156 видів, 49,06 %), рослини середньо-вологих місцезростають. Оліготрофи нараховують 105 видів (33,02 %), вони мало вимогливі до поживних речовин і зростають на ґрунтах із низьким їх вмістом. Значно меншу частку видів нараховують еутрофи – 20 видів (6,29 %) та мегатрофи – 37 видів (11,63 %).

За вимогами до освітленості у складі флори переважають геліофіти (238 видів, 72,46 %); цьому сприяє географічне розташування території та зональні кліматичні пристосування рослин. Дещо меншу кількість видів становлять факультативні геліофіти (72 види, 27,54 %), що характеризуються широкою екологічною амплітудою відносно світла та добре розвиваються як на освітлених, так і дещо затінених місцях. Сціофіти, або тіньові рослини, у складі дендрофлори займають найменшу частку (8 видів, 2,52 %).

Серед колекційної дендрофлори Кременецького ботанічного саду домінуючим типом гігроморф є мезофіти, найменшу кількість становить перехідна до вологолюбивих рослин група мезоксерофітів.

Багатство дендрофлори представлено в різноманітних експозиціях. Рослини висаджені за систематичним принципом у вигляді ландшафтних груп. Співробітниками саду закладено ділянки наступних родових комплексів: кизильників (*Cotoneaster*), рододендронів (*Rhododendron*), магнолій (*Magnolia*), таволг (*Spiraea*), бузків (*Syringa*), голонасінних (*Pinophyta*). Під кінець квітня спостерігається пік цвітіння магнолій та рододендронів, які є весняними візитками ботанічного саду. У саду магнолій зростає 11 видів, 3 гібриди та 2 форми рослин цієї родини. На колекційно-експозиційній ділянці рододендронів культивується 11 видів листопадних та по три напіввічнозелених і вічнозелених представників роду. У парковій зоні закладено ділянки топіарних форм, кизильників, хвойних декоративних видів, сформовано ділянку штамбових форм. Композиційної завершеності експозиціям дендрофлори надають елементи квітничкового оформлення.

Висновки

Отже, у складі дендрофлори колекцій та ділянок експозиційної зони Кременецького ботанічного саду зростає 68 аборигенних та 346 інтродукованих видів, серед них 20 виявляють інвазійний характер, а 32 види є ендеміками. За кількісними показниками переважають представники відділу *Magnoliophyta*. Інтродуценти адаптувались до місцевих умов зростання та добре співіснують з аборигенними видами. У цілому природно-кліматичні умови сприятливі для інтродукції деревних рослин із різних флористичних областей Голарктики. Найбільшим представництвом відзначаються Східноазійська, Атлантично-північноамериканська і Циркумбореальна флористичні області (110, 79 і 78 видів відповідно), 18 видів походять із кількох ботаніко-географічних областей. Домінуючим типом гігроморф є мезофіти, за трофічним показником переважає група мезотрофів. У колекціях та експозиціях найбільше представлено видів у віковому діапазоні від 5 до 20 років.

Дендрологічна колекція Кременецького ботанічного саду є унікальним зібранням видів, що адаптувались до нових умов. Вона є не лише зразком успішної інтродукції та акліматизації екзотів із різних кліматичних зон, але і базою для збору насіння акліматизованих у ботанічному саду рослин, а також базою для проведення досліджень з біології інтродуцентів.

1. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Голонасінні: довідник / за ред. М. А. Кохна. Київ : Вища школа, 2001. 207 с.
2. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Ч. I / за ред. М. А. Кохна. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 447 с.

3. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Ч. II / за ред. М. А. Кохна та Н. М. Трофименко. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.
4. Каталог рослин Кременецького ботанічного саду / Р. С. Іваницький та ін. Кременець, 2015. 160 с.
5. Лісничук А. М., Панасенко Р. С., Вериківський Л. А. Характеристика вікових дерев Кременецького ботанічного саду за кількісними та якісними ознаками. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки Серія: Біологічні науки*. 2016. № 12 (337). С. 11–15.
6. Мельник В. І., Шумик М. І. Ботанічні сади при монастирях парів Волині у XVII–XIX ст. *Інтродукція рослин*. 2014. № 4. С. 64–67.
7. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н. и др. Киев : Фитосоциоцентр, 1999. 548 с.
8. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Москва : Высшая школа, 1962. 378 с.
9. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Ленинград : Наука, 1978. 247 с.
10. Черняк В. М. Культивована дендрофлора Волино-Поділля, перспективи її використання та збагачення. Тернопіль : Вид-во ТНПУ, 2004. 264 с.
11. Чопик В. І., Галаган О. К. Професор Університету св. Володимира Віллібальд Бессер та його учні – перші дослідники флори України (до 225-річчя з дня народження). Кременець, 2010. 48 с.
12. Farjon A. *Metasequoia glyptostroboides*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2013. e.T32317A2814244. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32317A2814244.en> (Last accessed: 02.10.2023).
13. Farjon A. *Taxus baccata* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species. 2013. e.T42546A117052436. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T42546A2986660.en> (Last accessed: 02.10.2023).
14. IPNI. The international Plant Names Index. 2012-onward. URL: <http://www.ipni.org> (Last accessed: 02.10.2023).
15. Sun W. *Ginkgo biloba*. The IUCN Red List of Threatened Species. 1998: e.T32353A9700472. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32353A9700472.en> (Last accessed: 02.10.2023).

References

1. Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kultyvovani dereva i kushchi. Holonasinni: dovidnyk / za red. M. A. Kokhna. Kyiv : Vyshcha shkola, 2001. 207 s. [in Ukrainian]
2. Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni. Ch. I / za red. M. A. Kokhna. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2002. 447 s. [in Ukrainian]
3. Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni. Ch. II / za red. M. A. Kokhna ta N. M. Trofymenko. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2005. 716 s. [in Ukrainian]
4. Katalog roslyn Kremenetskoho botanichnoho sadu / R. S. Ivanytskyi ta in. Kremenets, 2015. 160 s. [in Ukrainian]
5. Lisnichuk A. M., Panasenko R. S., Verykivskyi L. A. Kharakterystyka vikovykh derev Kremenetskoho botanichnoho sadu za kilkisnymi ta yakisnymi oznakamy. *Naukovyi visnyk Shkhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky Serii: Biolohichni nauky*. 2016. № 12 (337). S. 11–15. [in Ukrainian]
6. Melnyk V. I., Shumyk M. I. Botanichni sady pry monastyriakh piariv Volyni u XVII—XIX st. *Introduktsiia roslyn*. 2014. № 4. S. 64–67. [in Ukrainian]
7. Opredelitel vysshikh rastenii Ukrainy / Dobrochaeva D. N. i dr. Kiev : Fitosotsiotsentr, 1999. 548 s. [in Russian]
8. Serebriakov I. G. Ekologicheskaiia morfologiia rastenii. Moskva : Vysshaia shkola, 1962. 378 s. [in Russian]
9. Takhtadzhan A. L. Floristicheskie oblasti Zemli. Leningrad : Nauka, 1978. 247 s. [in Russian]
10. Cherniak V. M. Kultyvovana dendroflora Volyno-Podillia, perspektyvy yii vykorystannia ta zbahachennia. Ternopil : Vyd-vo TNPU, 2004. 264 s. [in Ukrainian]
11. Chopyk V. I., Halahan O. K. Profesor Universytetu sv. Volodymyra Villibald Besser ta yoho uchni – pershi doslidnyky flory Ukrainy (do 225-richchia z dnia narodzhennia). Kremenets, 2010. 48 s. [in Ukrainian]
12. Farjon A. *Metasequoia glyptostroboides*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2013. e.T32317A2814244. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32317A2814244.en> (Last accessed: 02.10.2023).
13. Farjon A. *Taxus baccata* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species. 2013. e.T42546A117052436. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T42546A2986660.en> (Last accessed: 02.10.2023).
14. IPNI. The international Plant Names Index. 2012-onward. URL: <http://www.ipni.org> (Last accessed: 02.10.2023).
- 14 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2023. Т. 83, № 3–4

15. Sun W. *Ginkgo biloba*. The IUCN Red List of Threatened Species. 1998: e.T32353A9700472. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32353A9700472.en> (Last accessed: 02.10.2023).

¹A. M. Lisnichuk, ¹R. S. Panasenko, ¹L. A. Verykivskyi, ²R. L. Yavorivskyi

¹Kremenets Botanical Garden, Ukraine

²Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

AUTOCHTHONOUS AND INTRODUCED DENDROFLORA OF KREMENETS BOTANICAL GARDEN

The results of study of the current state of dendroflora on the territory of Kremenets Botanical Garden are presented. The taxonomic composition was studied, systematic and botanical-geographical analyzes were carried out, biological and ecological features of woody plants growing and cultivated on the territory of the institution were analyzed.

According to the latest inventory, the collection fund includes 318 species and 96 cultivars of woody plants, which belong to 80 genera and are grouped into 44 families. Department *Magnoliophyta* dominates by the number of families – (39, 88,64 %), genera (68, 85 %) and species (337, 81,40 %). Division *Pinophyta* is represented by 5 genera (11.36 %), 12 families (15,0 %), 77 species (18,60 %). According to the classification of I. G. Serebriakov the collection is dominated by trees (51,21 %), including: deciduous (44.69 %), evergreen (6.52 %). Among shrubs (45,41 %), deciduous ones (31.40 %) predominate, evergreens make up a small group (14,01 %). Semi-shrubs are represented by semi-evergreen specimens (3,14 %).

According to ecological indicators, 3 types of ecomorphs were identified: heliomorphic, hygromorphic, and trophomorphic. According to the degree of adaptation to lighting, heliophytes (238, 72,46 %) predominate in composition of the studied flora, the group of mesotrophs (156 species, 49,06 %) predominates according to the trophic indicator, mesophytes dominate among hygromorphs (287, 90,25 %). Introducers have adapted to local growing conditions and coexist well with native species. In general, natural and climatic conditions are favorable for introduction of woody plants from various floristic regions of the Holarctic. The East Asian, Atlantic-North American and Circumboreal floristic regions are the most represented. In the collections and expositions, the most represented plants are in the range from 5 to 20 years.

The staff of the Garden laid plots of the following genera complexes: *Cotoneaster* (*Cotoneaster*), *Rhododendron* (*Rhododendron*), *Magnolia* (*Magnolia*), *Spiraea* (*Spiraea*), *Pinophyta* (*Pinophyta*), and lilac (*Syringa*).

Key words: dendroflora, collection fund, aboriginal species, introducers.

Надійшла 15.11.2023.

¹Г. П. МЕГАЛІНСЬКА, ²О. В. ПАНЧУК, ³І. О. ТКАЧУК, ⁴В. І. РОМАНЮГА

¹Український Державний університет імені М. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, Київ, 02000

²Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
просп. Берестейський, 34, Київ, 03057

³Київський Палац дітей та юнацтва
вул. Івана Мазепи, 13, Київ, 01010

⁴Київська Мала академія наук учнівської молоді
вул. Панаса Мирного, 19, Київ, 01010

ЦИТОСТАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ЕНДОКАРПІВ ДЕЯКИХ ПЛОДОВИХ РОСЛИН

Досліджено цитостатичну активність амігдаліновмісних ендокарпіїв та ендокарпіїв, які не містять амігдалін, зокрема *Armeniaca vulgaris* L. та *Prunus cerasus* L., а також *Cornus mas* L. та *Schizandra chinensis*.

Експериментально доведено, що ендокарпії всіх досліджуваних рослин мають цитостатичні властивості.

Амігдаліновмісні ендокарпії викликають порушення ініціації мітотичного поділу і різко зменшують енергію проростання тестового насіння. Плоди *Schizandra chinensis* мають найбільшу цитостатичну активність, що можна пов'язати з наявністю поліфенольних сполук. Присутність схизандрину, вітаміну Е та жирних кислот в насінні лимонника пояснює його стимулювання синтезу гетероауксинів, що відбивається на збільшенні довжини головного кореня тестових проростків. Обговорено можливість використання ендокарпіїв досліджуваних рослин як сировини для протипухлинних препаратів.

Ключові слова: цитостатична активність, амігдалін, ендокарпій, мезокарпій, біологічно-активні речовини.

Аналіз літературних даних свідчить, що плоді рослини широко використовують у сфері оздоровлення людини [1, 6]. У той же час багато наукових праць присвячено використанню та хімічному складу мезокарпіїв і насіння садових рослин. Оскільки плоді оболонки квіткових рослин виконують функцію захисту насіння та розселення виду, можна очікувати, що вони мають не тільки антибактеріальні властивості, а й цитостатичні. У літературних джерелах в описі плодів деяких рослин зафіксовано дані щодо наявності амігдаліну (вітаміну В17). Він міститься в кісточках (ендокарпіїх та насінні), листках і стовбурі вишні, сливи, абрикоса та персика. Комплекс продуктів, який утворюється при перетворенні ціаногенних глікозидів, використовують в експериментальній онкології. У контакті з ферментом β-глюкозидаза, вітамін В17 розщеплюється на бензальдегід, водневий ціанід та глюкозу. За незначний проміжок часу ракові клітини поглинають не тільки молекули глюкози, але й інші похідні амігдаліну, що веде до загибелі атипичних клітин. Вітамін В17 володіє безпечливою дією, покращує обмін речовин, уповільнює старіння [2]. Пухлинні клітини мають здатність розщеплювати ціаногенні глікозиди значно активніше, ніж здорові, перетворюючись водночас у концентратори синильної кислоти, яка сповільнює ріст пухлинних клітин і навіть призводить їх до загибелі. Ряд авторів [2] акцентують увагу на тому, що амігдалін вбиває ракові клітини, не заподіюючи шкоди здоровим.

Аналогом пухлинних клітин, здатні до нерегульованого, інтенсивного поділу, можуть бути меристематичні клітини рослин, що утворюють твірну тканину і для яких теж характерний інтенсивний поділ, але регульований.

Метою дослідження було вивчення впливу амігдалінових ендокарпіїв та ендокарпіїв, які не містять амігдалін, на мітотичну активність меристеми рослин.

Проведено дослідження цитостатичної активності амігдаліновмісних ендокарпіїв *Armeniaca vulgaris* L., *Prunus cerasus* L. та ендокарпіїв *Cornus mas* L. і *Schizandra chinensis* (Turcz.) Wall., які амігдаліну не містять.

Матеріали та методи досліджень

Цитостатична активність амігдаліновмісних ендокарпіїв досліджено методом Іванова В. Б. в модифікації Мегалінської Г. П. [5]. Суть методу полягає в інгібуванні мітозу під час утворення бічних коренів, за такої умови ріст головного кореня гальмується, а диференція клітин триває. У коренях гарбузових закладка бічних коренів проходить в базальній частині меристеми, а в коренях інших рослин – у зоні диференціювання клітин після розтягування. Водночас довжина головного кореня виступає індикатором активності гетероауксинів, а довжина гіпокотила – активності цитокінінів. Нами використано проростки огірка з родини Гарбузових, для яких характерний ранній розвиток бічних коренів. Це зумовлено тим, що в корені зародка насінини огірка закладені примордії бічних коренів, у яких після набухання починається поділ клітин. Вплив водних витяжок досліджуваних ендокарпіїв оцінювали за зміною інтенсивності мітотичних поділів, який відбивається на розвитку бічних коренів.

Ендокарпії рослин відбирали з плодів десяти представників одного виду.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати дослідження цитостатичної активності амігдаліновмісних рослин представлено в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Цитостатична активність ендокарпіїв *Prunus cerasus* (вишня)

Концентрація мг/мл досліджуваного екстракту	Кількість бічних коренів, шт.	% по відношенню до контролю	Довжина головного кореня, мм	% по відношенню до контролю
0 (контроль)	15,8±2,4	100 %	41,83±3,7	100 %
300	1,5±0,6	9,3 %	14,2±3,1	33,3 %
600	1,5±0,4	9,3 %	10±2,7	23,8 %
900	1,2±0,3	7,5 %	5±0,3	11,9 %
1200	-	-	-	-

Як свідчать представлені результати, екстракт ендокарпіїв вишні гарячою водою демонструє сильний фітотоксичний ефект. Екстракт в концентрації 300 мг/мл пригнічує енергію проростання насіння огірка на 67 %, а інтенсивність поділу клітин меристеми падає до 90,7 %. Припускаємо, що амігдалін в ендокарпіїх вишні пригнічує метаболізм в клітинах перициклу і гальмує процес коренеутворення. Результати дослідження цитостатичної активності ендокарпіїв *Armeniaca vulgaris* представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Цитостатична активність ендокарпіїв *Armeniaca vulgaris* (абрикос)

Концентрація мг/мл досліджуваного екстракту	Кількість бічних коренів, шт.	% щодо контролю	Довжина головного кореня, мм	% щодо контролю
0 (контроль)	16,5±3,8	100 %	84,6±5,4	100 %
300	17,3±2,6	104 %	62,4±4,5	73,7 %
600	8,7±3,3	52,7 %	30,5±5,1	36,1 %
900	5,8±2,9	35,1 %	30,7±3,2	36,2 %
1200	8,2±0,9	13,3 %	15±4,4	17,7 %
1500	-	-	6,5±0,3	7,6 %
1800	-	-	-	-

Як свідчать представлені результати, екстракт ендокарпіїв абрикоса при концентрації 300 мг/мл майже не змінює інтенсивності мітотичного поділу відносно контролю. При

концентрації 600 мг/мл енергія проростання насіння падає на 50 %, інтенсивність мітозу зменшується на 48 %, активність ауксиноподібних речовин теж знижується на 64 %.

При концентрації 1200 мг/мл енергія проростання насіння падає на 80 %, інтенсивність мітозу на 87 %, а активність росту й розтягування головного кореня знижується на 83 %.

Отже, екстракти обох амігдаліновмісних ендокарпіїв мають високу цитостатичну активність, водночас екстракт ендокарпіїв вишні виступає більш активним цитостатиком, ніж ендокарпіїв абрикоса.

Також нами проведено дослідження цитостатичної активності плодів та насіння лимонника китайського. Результати представлені в таблицях 3, 4.

Таблиця 3

Цитостатична активність плодів (мезокарпій) *Schizandra chinensis*

Концентрація мг/мл досліджуваного екстракту	Кількість бічних коренів, шт.	% щодо контролю	Довжина головного кореня, мм	% щодо контролю
0 (контроль)	13,83±1,7	100 %	32,6±3,8	100 %
300	2,3±0,4	17,58 %	7,3±2,1	22,39 %
600	-			

Дані таблиці 3 дозволяють зробити висновок, що плоди лимонника китайського гальмують мітотичний поділ при концентрації 300 мг/мл на 83 %, а при концентрації 600 мг/мл досягається повний цитостатичний ефект. Насіння лимонника китайського характеризується цитостатичною активністю при концентрації 900 мг/мл, за таких умов енергія проростання насіння тестової культури не змінювалася відносно контролю. За дії екстракту з насіння спостерігається ефект зростання концентрації гетероауксинів, про що свідчить збільшення довжини головного кореня на 60 % (табл. 4).

Таблиця 4

Цитостатична активність насіння *Schizandra chinensis* (ендокарпій + насіннина)

Концентрація мг/мл досліджуваного екстракту	Кількість бічних коренів, шт.	% щодо контролю	Довжина головного кореня, мм	% щодо контролю
0 (контроль)	13,83±1,7	100 %	32,6±3,8	100 %
300	9,4±2,1	68 %	51±4,1	156,4 %
600	11,2±1,8	80,9 %	53,6±3,9	164,4 %
900	-		-	

Результати вивчення цитостатичної активності ендокарпіїв *Cornus mas* представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Цитостатична активність ендокарпіїв *Cornus mas* (кизил)

Концентрація мг/мл досліджуваного екстракту	Кількість бічних коренів, шт.	% щодо контролю	Довжина головного кореня, мм	% щодо контролю
0 (контроль)	16,5±3,8	100 %	84,60±5,4	100 %
300	17,1±4,1	103,6 %	72,8±3,8	86 %
600	8±2,5	48,4 %	23±3,1	27,1 %
900	-			

І насіння лимонника китайського, і ендокарпії кизилу демонструють повне гальмування мітозів при концентрації 900 мг/мл. За таких умов насіння лимонника виступає стимулятором синтезу гетероауксинів, а ендокарпії кизилу – інгібіторами синтезу останніх.

Усі досліджувані рослини виявили цитостатичну активність. Оцінюючи цитостатичний ефект за показником концентрації екстракту, за якої мітоз припиняється, констатуємо, що найбільшу цитостатичну активність мають плоди лимонника, на другому місці екстракт

ендокарпіїв вишні та кизилю і насіння лимонника. Цитостатичний ефект ендокарпіїв абрикосу виникає при концентрації 1500 мг/мл, що свідчить про його найменше значення серед досліджуваних рослин. Таким чином, якщо користуватися показником концентрацій інгібування мітозу, можна стверджувати, що більший цитостатичний ефект демонструють плоди і насіння лимонника китайського й екстракт ендокарпіїв кизилю.

Інтенсивність припинення мітотичних поділів залежно від концентрації екстрактів можна оцінити, користуючись кривими, зображеними на рисунку.

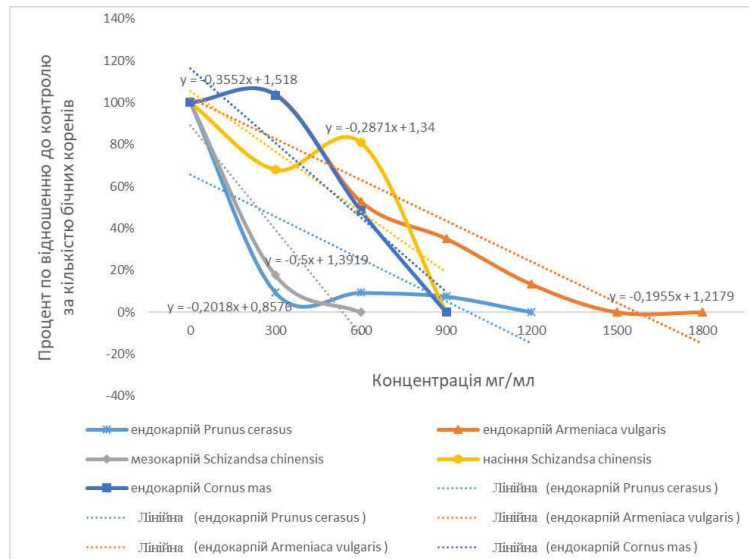


Рисунок. Криві цитостатичної активності досліджуваних рослин.

Тренди кривих мають вигляд $y=kx+b$, де k -тангенс кута нахилу тренда до осі абсцис. Ця величина пропорційна інтенсивності пригнічення ростових процесів досліджуваним екстрактом [5]. Результати порівняння цього коефіцієнта свідчать, що найбільшу фітотоксичність має мезокарпій плода лимонника китайського ($k= -0,5$), на другому місці – екстракт ендокарпіїв кизилю $k= -0,35$, на третьому – насіння лимонника $k= -0,28$, а на четвертому – екстракт ендокарпіїв вишні та абрикосу, коефіцієнти приблизно однакові $k= -0,2$.

Цитостатики – це речовини різної хімічної будови з різними механізмами дії на поділ клітин. Серед рослинних інгредієнтів цитостатичну активність виявили лектини, поліфенольні сполуки, ефірні олії, алкалоїди, лігнани та глікозиди [6]. Хімічний склад досліджуваних рослин представлений у таблиці 6.

Хімічний склад плодів рослин визначив їх медичне застосування. Плоди вишні виявляють відхаркувальну, послаблюючу, діуритичну й антисептичну дію, поліпшують апетит і травлення. Водні настої плодів вишні виявляють заспокійливу й протисудомну дію [3].

Таблиця 6

Хімічний склад біологічно-активних речовин досліджуваних рослин [6]

Назва рослин	Хімічний склад
<i>Armeniaca vulgaris</i>	Калій, залізо, срібло, органічні кислоти, бета-каротин, флавоноїди, амігдалін, вітаміни
<i>Prunus cerasus</i>	Дубильні речовини, амігдалін, лимонна кислота, глікозиди, антоціан, органічні кислоти, мідь, залізо, калій, магній
<i>Cornus mas</i>	Органічні кислоти, ефірні олії, глікозиди, дубильні речовини
<i>Schizandra chinensis</i>	Органічні кислоти, флавоноїди, сапоніни, ефірна олія, лігнани – схизандрин, схизандрол, вітамін Е, жирні кислоти

У вишнях міститься багато антоціанів. Ці речовини підвищують виробництво інсуліну, що допомагає контролювати рівень цукру в крові. При наявності антоціанів інсулінпродукуючі клітини підшлункової залози виробляють інсуліну на 50 % більше. Абрикосовий сік застосовують при опіках та при захворюваннях шкіри, для відновлення складу крові та покращення роботи щитоподібної залози. Курага підвищує гемоглобін та знижує артеріальний тиск. Магній плодів абрикосу сприяє подоланню нервового стресу. Проте насіння містить синильну кислоту, що може бути небезпечним у випадку надлишкового застосування [2, 3].

За даними Івануса А. Б., Савіної О. І. ціаногенні сполуки (пруназин) містяться в кісточках вишні, сливи, абрикоса, а амігдалін – у кісточках, листках і стовбурі [2].

Кизил звичайний (*Cornus mas* L.) має велику кількість вітаміну С та заліза, тому буде підтримувати імунітет людини, а також має компоненти, здатні стабілізувати артеріальний тиск та усунути головний біль. Оскільки кизил має органічні кислоти, то виступає стимулятором роботи жовчного міхура, особливо у випадку застою жовчі, а його пектин забезпечує очищення організму. Відвар листя з кизилу використовують при хворобах шлунково-кишкового тракту, а відвар з кори або коріння – при малярії. Високий вміст калію, вітаміну С та органічних кислот забезпечують антибактеріальну активність, зокрема щодо стрептокока та туберкульозної палички. Плоди кизилу використовують при діарейі, для стабілізації тиску, а також для лікування цукрового діабету [6].

Лимонник китайський – потужний стимулятор центральної нервової системи, знімає втому, відновлює сили, збільшує працездатність, покращує роботу серця та судин, шлунково-кишкового тракту. Чай із листків лимонника покращує зір та використовується як протипухлинний засіб [3, 6].

Залежно від хімічного складу досліджуваних ендокарпіїв криві цитостатичної активності змінювали свою форму (рис. 1). Аналіз дозволив виявити, що сировина кизилу та китайського лимонника містить ефірні олії, органічні кислоти, жирні кислоти, флавоноїди та поліфеноли. Амігдалін у них відсутній. Цитостатична активність цих рослин може бути пов'язана з дією поліфенольних сполук, які порушують структуру білків веретена поділу. Стимуляція синтезу гетероауксинів насінням лимонника може бути пов'язана із вмістом схизандрину, вітаміну Е, жирних кислот.

Ендокарпії вишні, які містять амігдалін, повністю припиняють поділ клітин при концентрації 1200 мг/мл. У складі ендокарпіїв вишні також містяться поліфенольні сполуки [3].

У той же час цитостатика амігдаліновмісних ендокарпіїв має свої особливості. І екстракт ендокарпіїв вишні, і екстракт ендокарпіїв абрикоса пригнічують енергію проростання насіння. При концентрації 300 мг/мл проростає лише 30 % насінин під дією екстракту вишні і 50 % під дією екстракту абрикоса. Можна припустити, що механізм цитостатичної дії амігдаліновмісних ендокарпіїв пов'язаний з токсичною дією ціанідів на меристиматичні клітини і порушує здатність до проростання. Під дією кизилу та лимонника енергія проростання або не змінювалась, або зменшувалась на 10–20 %, що свідчить про інший механізм цитостатичного впливу.

Висновки

Таким чином, проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що ендокарпії аналізованих рослин мають цитостатичну активність. Амігдаліновмісні ендокарпії викликають порушення ініціації мітотичного поділу і різко зменшують енергію проростання тестового насіння. Тому цитостатичний ефект досягається зменшенням кількості проростків. Це можна пояснити впливом ціанідів при набуханні тестового насіння.

Плоди лимонника китайського мають більшу цитостатичну активність, ніж насіння з ендокарпием, що може бути пов'язане з поліфенольними сполуками, які руйнують білки цитоскелету. Присутність лігнану – схизандрину, вітаміну Е та жирних кислот – у насінні лимонника пояснюють його стимулюванням синтезу гетероауксинів, що відбивається на збільшенні довжини головного кореня у тестових проростків.

Ендокарпії плодів кизилу мають цитостатичний ефект аналогічний дії насіння лимонника. Таким чином ендокарпії досліджуваних рослин можуть бути використані як сировина для протипухлинних препаратів. Між антибактеріальною і цитостатичною

активністю ендокарпіїв існує кореляція [3]. Найбільшу протипухлинну та антибактеріальну активність має насіння лимонника китайського та ендокарпії *Prunus cerasus*.

1. Гарна С. В., Владимірова І. М., Бурдь Н. Б. Сучасна фітотерапія: навч. посіб. Харків : Друкарня Мадрид, 2016. 579 с.
2. Іванус А. В., Савіна О. І., Бріндз А. Я. Деякі аспекти використання черешні у фітофармакології. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат*. 2020. Вип. 28. С. 73–87.
3. Лікарські рослини: енциклопедичний довідник / відп. ред. А. М. Гродзінський. Київ : Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 544 с.
4. Мегалінська Г. П., Білик М. І., Колкова А. О., Романюга В. І. Антибактеріальна активність деяких плодів рослин. *Grail of Science*. 2022. № 22. С. 115–119.
5. Мегалінська Г. П., Панчук О. В., Страшко С. В., Даниленко Є. В., Пакірбаєва Л. В. Кореляція між фітотоксичністю *Viscum album* L. та пріоритетністю вибору рослини-живителя. *World Science*. 2020. Vol. 1, №. 2(54). P. 20–23. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022020/6925.
6. Мінарченко В. М., Махія Л. М., Середя П. І. Медична ботаніка: підручник. Київ : Медицина, 2009. 328 с.

References

1. Harna S. V., Vladymyrova I. M., Burd N. B. Suchasna fitoterapiia: navch. posib. Kharkiv : Drukarnia Madryd, 2016. 579 s. [in Ukrainian]
2. Ivanus A. V., Savina O. I., Brindz A. Ya. Deiaki aspekty vykorystannia chereszni u fitofarmakolohii. *Problemy ahropromyslovoho kompleksu Karpat*. 2020. Vyp. 28. S. 73–87. [in Ukrainian]
3. Likarski roslyny: entsyklopedychnyi dovidnyk / vidp. red. A. M. Hrodzinskyi. Kyiv : Vydavnytstvo. «Ukrainska Entsyklopediia» im. M. P. Bazhana, Ukrainyski vyrobnycho-komertsiynyi tsentr «Olimp», 1992. 544 s. [in Ukrainian]
4. Mehalinska H. P., Bilyk M. I., Kolkova A. O., Romaniuha V. I. Antybakterialna aktyvnist deiakykh plodovykh roslyn. *Grail of Science*. 2022. No 22. S. 115–119. [in Ukrainian]
5. Mehalinska H. P., Panchuk O. V., Strashko S. V., Danylenko Ie. V., Pakirbaieva L. V. Koreliatsiia mizh fitotoksychnistiu *Viscum album* L. ta priorytetnistiu vyboru roslyny-zhyvytelia. *World Science*. 2020. Vol. 1, No. 2(54). P. 20–23. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022020/6925. [in Ukrainian]
6. Minarchenko V. M., Makhynia L. M., Sereda P. I. Medychna botanika: pidruchnyk. Kyiv : Medytsyna, 2009. 328 s. [in Ukrainian]

¹A. P. Megalinska, ²O. V. Panchuk, ³I. O. Tkachuk, ⁴V. I. Romanyuga

¹National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

²Bogomoles National Medical University, Ukraine

³Kyiv Palace of Children and Youth, Ukraine

⁴Kyiv Youth Academy of Sciences, Ukraine

ENDOCARPS' CYTOSTATIC ACTIVITY OF SOME FRUIT PLANTS

The purpose of this research was to study the cytostatic activity of amygdalin-containing endocarps and those endocarps that do not comprise amygdalin. *Armeniaca vulgaris* L. and *Prunus cerasus* L. were explored as amygdalin-containing plants. *Cornus mas* L. and *Schizandra chinensis* endocarps, which contain no amygdalin, were studied as well.

The endocarps of all investigated plants have been proven experimentally to have cytostatic properties.

Amygdalin-containing endocarps result in the initiation impairment of mitotic division and reduce dramatically the germination energy of tested seeds. The fruits of *Schizandra chinensis* possess the major cytostatic activity, which can be related to the presence of polyphenolic compounds. The presence of schizandrin, vitamin E and fatty acids in lemongrass seeds explains its stimulation of heteroauxin synthesis, which is impacted by the increase in the length of the principal root of the testing seedlings. The opportunity of the endocarps' use of the investigated plants as raw materials for making anticancer drugs is being discussed.

Key words: cytostatic activity, amygdalin, endocarp, mesocarp, biologically active substances.

Надійшла 20.11.2023.

ЗООЛОГІЯ

УДК 598.244; 591.5

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.3

¹О. С. ПАНЧУК, ²О. М. ХОПТИНЕЦЬ, ³М. О. ХОПТИНЕЦЬ

¹Київський зоологічний парк
просп. Берестейський, 32, Київ, 04116

²ФОП Хоптинець О. М.

вул. Щорса, 7, с. Липники, Коростенський район, Житомирська область, 11320

³Липниківський ліцей

вул. М. Жука, 101, с. Липники, Коростенський район, Житомирська область, 11320

ЧОРНИЙ ЛЕЛЕКА (*CICONIA NIGRA*) В ЦЕНТРІ ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ЖИТОМИРЩИНИ: ЧИСЕЛЬНІСТЬ, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ОХОРОНА

У 2009–2023 роках були проведені дослідження чисельності та біологічних особливостей чорного лелеки на території колишнього Лугинського району, а тепер об'єднаної територіальної громади (Лугинська селищна громада), Житомирської області. Дані отримані шляхом опитування працівників лісових господарств та у результаті власних польових досліджень. У 2009–2010 рр. чисельність виду становила 23 пари, а щільність гніздування дорівнювала 4,26 пар/100 км² лісів, що було найбільшим показником серед інших районів області. У 2017–2023 рр. було виявлено 7 пар лелек, багато з яких знаходилися на ділянках, відомих із наших попередніх досліджень. Для розміщення гнізд *Ciconia nigra* переважно обирають старі дуби (83,33 %) у старовікових дібровах (60 %). Гніздівлі повинні знаходитись неподалік місць полювання, зазвичай це невеликі річки (у середньому за 418 м), але далеко від населених пунктів (у середньому за 2,5 км). Простежується зв'язок між кількістю опадів, особливо у зимово-весняний період, та кількістю пташенят. Основною загрозою, яка призводить до зменшення придатних місць гніздування виду, є інтенсивна лісозаготівля. Для збереження чорних лелек необхідно створювати охоронні зони навколо гнізд, нові території природно-заповідного фонду, штучні гніздові платформи та водойми.

Ключові слова: чорний лелека, *Ciconia nigra*, гніздо, чисельність, Лугини.

Чорний лелека *Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758) охороняється Червоною книгою та є рідкісним представником орнітофауни України. Даний вид гніздиться в лісах далеко від людських поселень на території Полісся та Карпат. Загальна чисельність у нашій державі оцінюється в 800 пар [12].

У статті представлені дослідження чисельності та біологічних особливостей чорного лелеки, які проводились нами в 2009–2023 роках у колишньому Лугинському районі Житомирської області, а тепер однойменній селищній об'єднаній територіальній громаді (ОТГ). У пропонованій публікації ми продовжуємо серію статей про цей вид у різних районах Житомирщини [4, 5, 6]. Інформація може бути важливою для охорони цього рідкісного виду.

Даних про перебування лелеки чорного на цій території до 2009 року вкрай мало. У 1990–1991 роках в 62 кварталі Лугинського лісництва (далі – л-ва) було зареєстроване гніздування *C. nigra* [2]. У 1999–2000 роках гнізділось близько 4 пар в Лугинському,

Повчанському та Липницькому л-вах [9]. 05.04.1998 р. спостерігали 1 птаха біля с. Липники [7]. У 2006–2008 роках чисельність чорних лелек в Лугинському районі оцінили в 15 гніздових пар. Також впродовж гніздового періоду 2006 р. птахів реєстрували на ставках с. Літки [1]. Дослідження загальної чисельності виду *Ciconia nigra* в 2009–2010 роках та інші дані із зазначеної території розглянуто у попередніх працях [3, 10, 11, 12].

Матеріали та методи досліджень

Територія Лугинської ОТГ, площа якої приблизно 99000 га [8], розташована в північній частині Житомирського Полісся та становить заболочену рівнину. Територія лежить у басейні великої річки Жерев з її численними дрібними притоками, які беруть витoki з боліт. Проте в даному регіоні, як і в усьому Поліссі загалом, велика кількість річок каналізовані, а болота меліоровані.

Територія Лугинської ОТГ є однією з найбільш заліснених в області: більше 54000 га її вкрито лісами, що становить приблизно 54 %. Більшість площі лісів належить двом лісовим господарствам: Лугинський лісгосп (ЛГ) та Лугинський лісгосп агропромислового комплексу (ЛГ АПК), яким належить, за їх даними, близько 30000 га та 24000 га відповідно. У межах дослідженого регіону створено 10 заказників місцевого значення загальною площею 3548 га, тобто близько 6,5 % лісів відноситься до територій природно-заповідного фонду (ПЗФ).

Більшість даних про гніздування чорних лелек в 2009–2010 роках на дослідженій території ми отримали шляхом усного опитування працівників вищезгаданих ЛГ. Вони надали інформацію про наявні гнізда та місця зустрічей *C. nigra* в гніздовий період на території всього району. Отримана інформація наносилась на карти. Імовірним гніздуванням ми вважали ті місця, де лелек часто зустрічали, але гнізд не було знайдено. У наступні роки ми збирали інформацію шляхом проведення власних польових досліджень лише у північно-східній частині району. В осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди ми обстежували ділянки лісу, оскільки в цей час немає листя на деревах і легше шукати гнізда. У весняно-літній період проводили моніторинг знайдених гнізд, щоб встановити чи заселені вони. Також проводили кільцювання пташенят та вивчення гніздової біології птахів. Щоб залізти на дерева, ми користувались спеціальним альпіністським обладнанням. Проміри дерев та гнізд вимірювали рулеткою, а яєць – штангенциркулем. Координати гнізд визначали за допомогою GPS-навігатора. Для гнізд із відомими координатами встановлювали відстані до найближчих водойм, сусідніх гнізд, населених пунктів тощо за допомогою супутникових карт Google Maps.

Результати досліджень та їх обговорення

До складу Лугинського лісгоспу входить 6 лісництв: Липницьке, Лугинське, Літківське, Дивлинське, Радогощанське та Повчанське.

Дослідження Липницького л-ва було проведено в 2009–2023 роках та отримані наступні дані про гніздування *C. nigra*.

У 51 кварталі (далі – кв.) 22 виділі (далі – вид.), в урочищі «Лютиш», у 2009 р. було відоме гніздо, заселене чорними лелеками, яке розташоване на гілці біля основного стовбура сухого дуба на висоті 10 м. Гніздове дерево (віком 120 років) росло серед заболоченої березово-вільхової ділянки. У 2010 р. птахи не зайняли гніздо, хоча у весняно-літній період їх регулярно відмічали в цій місцевості. Полювали лелеки на р. Жерев, яка знаходиться за 2,5 км від місця розташування гнізда, та на невеликій р. Лютиш – за 500 м. Раніше ця пара гніздилась на іншому дубі за 1 км від зафіксованого гнізда. Воно було розташоване на бічній гілці за 1 м від стовбура. У 2021 р. гнізда вже не було, але дерево ще стояло.

У 2018 р. за 80 м від попереднього гнізда було знайдено нове, яким, судячи з його розмірів, уже користувалися не менше ніж 5 років. Воно знаходиться в 51 кв. 26 вид. у ботанічному заказнику місцевого значення «Липницький». Гніздо лежить на двох бічних гілках біля стовбура дуба на висоті 12 м. Гніздове дерево має обхват 224 см (на висоті 130 см), тому йому не менше ніж 150 років. Воно росте в старовіковому дубовому виділі з домішками вільхи, осики, берези та з окремими соснами. У 2018 р. у гнізді вивелось 4 пташенят *C. nigra*. У 2019 р. воно було зайняте лелеками, але пташенят не було через посушливий рік. Ранньою весною

2020 р. гніздівлю зайняла пара бородатих сов *Strix nebulosa* (Forster, 1772) і, коли чорні лелеки прилетіли з міграції, вони були змушені збудувати нове гніздо за 150 м від цього [11]. У 2021–2023 рр. сови більше не займали гніздівлю, а лелеки з сусіднього гнізда використовували її для відпочинку та ночівлі.

Гніздо, яке чорні лелеки збудували в 2020 р., знаходиться у тому ж 51 кв. 26 вид. Воно лежить на бічній гілці за 20 см від стовбура дуба на висоті 14 м і направлене на північний схід від стовбура. Гніздовому дереву близько 200 років, оскільки його обхват 297 см (на висоті 130 см). Через посушливий 2020 р. лелеки не добудували гніздо і не розмножувались. 27.03.2021 р. ознак прильоту птахів не було, 23.04.2021 р. у гнізді лежала доросла особина. 01.07.2021 р. у ньому було виявлено та закільцьовано 3 пташенят віком приблизно 5 тижнів. Гніздо складалося на 99 % із гілок листяних порід, на 1 % – із соснових. Лоток вистелений мохом і травною, сильно затоптаний та забруднений послідом. Також були встановлені розміри гнізда (таблиця, гніздо 1). Дорослі птахи не прилітали, поки ми перебували біля нього протягом майже 3 годин. Одного із цих пташенят, а саме з білим пластиковим кільцем з номером U104 та металевим – X1004, було знайдено знесиленим 18.09.21 року на крайньому півдні Молдови місцевими мешканцями в селі Слобозія-Маре Кагульського району. Кілька днів його відгодовували та 21.09.2021 р. випустили неподалік села, птах зміг полетіти. Відстань від гнізда до місця відльоту дорівнює приблизно 618 км прямо на південь. Отже, міграція цього лелеки проходила в напрямку Босфору. 29.06.2022 р. на гніздівлі стояли двоє дорослих лелек, проте пташенят не було через недостатню кількість опадів навесні 2022 р. 18.04.2023 р. під гніздом було багато лелечого посліду, але птахи ще не взялися до розмноження. 07.07.2023 р. на ньому стояли 3 пташенят віком 6–7 тижнів.

Таблиця

Проміри гнізд чорного лелеки

Проміри гнізда	Гніздо 1, 2021 р.	Гніздо 2, 2020 р.	Гніздо 2, 2021 р.	Гніздо 2, 2022 р.
Розміри лотка, см	82x95	75x75	79x82	80x95
Глибина лотка, см	4	6	6	7
Розміри гнізда, см	125x151	115x115	132x140	120x140
Висота гнізда, см	25	-	45	43

У 4 кв. 1 вид. в 2009 році відмічено жила гніздо лелек, час його будівництва не відомий. Воно було розміщене на бічній гілці за 1 м від основного стовбура дуба на висоті 11 м. Гніздове дерево віком 120–150 років росло на краю дубового насадження такого ж віку. Другий ярус складався з осик та грабів. У 2010 р. гніздо було незаселене. У травні 2013 року на ньому насиджував яйця дорослий птах. Після 2014 року лелеки його покинули через вирубку дерев, яку проводили у гніздовий період приблизно за 100 м від гніздівлі. У 2016 році воно обвалилось. Цікаво, що за 185 м від лелечого гнізда мінімум з 2012 року проживала пара підорликів малих *Aquila pomarina* (C.L. Brehm, 1831). Отже, цей хижий птах не становить небезпеки для *S. nigra*.

Хоча на цей момент в 4 і сусідніх кварталах гнізд лелек не зафіксовано, проте за 2,5 км на північ весною 2019 р. було знайдено нову гніздівлю. Звісно, встановити, чи туди переселилася пара з попереднього гнізда, чи його збудували інші птахи, неможливо. Воно знаходиться в 80 кв. 10 вид. Велідницького л-ва Словечанського лісгоспу. Гніздо розташоване на висоті 7 м на розвилці товстої гілки за 1,5 м від стовбура дуба і направлене на південний схід. Судячи з його розмірів, на момент виявлення воно вже використовувалося не менше, ніж 3 роки. Гніздове дерево має обхват 226 см (на висоті 130 см), тому ми вважаємо, що його вік не менше, ніж 150 років. Воно разом з невеликою групою інших дубів зростає у березовій ділянці на межі з сосною. У 2019 р. воно було незаселене. 29.06.20 р. у гнізді було двоє пташенят, яких ми закільцьовали [11], та ціле яйце-бовтун, розміри якого 61,6x48,9 мм. За майже 2 години нашого перебування біля гнізда, дорослий птах прилітав лише один раз, побачивши нас, він одразу відлетів. 16.04.2021 р. під гніздом було багато посліду, але птахів на ньому не було.

Отже дорослі чорні лелеки повернулись з міграції на початку квітня і почали ремонтувати його, але ще не приступили до відкладання яєць. 01.07.2021 р. на гніздівлі було виявлено і закільцьовано одне пташеня віком приблизно 5 тижнів, а також знайдене одне яйце-бовтун, розміри якого дуже близькі до минулорічного – 61,75x48,4 мм. Поки ми перебували біля гніздівлі протягом 1 години, дорослий лелека один раз прилітав погодувати пташеня, але розвернувся, побачивши нас. 29.06.2022 р. гніздо виявилось заселеним і нами було закільцьоване одне пташеня. Протягом 1,5 години дорослі птахи не прилітали. 28.04.2023 р. гніздо виявилось заселеним, а 23.06.2023 р. на ньому було 2 пташенят. 07.07.2023 р. їх вже не було, а на землі від них залишилось трішки пір'їн. Із яких причин вони загинули, встановити не вдалось, але найбільш імовірно, що їх з'їв якийсь хижак.

Матеріал, із якого зроблене гніздо, приблизно на 90 % складається з гілок листяних порід (граб, дуб тощо) та на 10 % з соснових. Лоток вистелений мохом зозулин льон і травою, які перемішані з брудом та послідом, тому гніздо практично пласке і заглибина лотка мало проявляється. У 2020–2022 роках були зроблені проміри гнізда (таблиця, гніздо 2), де видно, як воно збільшувалось.

У 37 кв. 40 вид. було гніздо, збудоване чорними лелеками, але в 2021 р. заселене канюком *Buteo buteo* (Linnaeus, 1758). Відомо, що в 2017 р. воно було заселене *C. nigra*, у 2018 р. – перевірки не здійснювали, у 2019–2020 рр. – птахи не гніздилися. Гніздо розміщене у потроєнні стовбура дуба на висоті 15–16 м та знаходиться за 70 м від краю лісу, за яким розташовані поля. Гніздове дерево росте в середньовіковій дубово-сосновій ділянці, але його вік 150–180 років.

У Лугинському л-ві в 2009 р. було 3 заселені гнізда чорних лелек на дубах: перше знаходилось у 5 кв., у 2010 р. перевірку не здійснювали; два інших в 2010 р. птахи не заселяли – гніздо на межі 52 кв. та лісгоспу АПК, яке розташовувалось на бічній гілці на висоті 4–5 м, і гніздо на межі 60 кв. та лісгоспу АПК, в урочищі «Дубові гради». А також в цьому л-ві встановлено два імовірні місця гніздування: перше – у 100 кв., де раніше було гніздо лелек на бічній гілці дуба на висоті 10–12 м, але воно впало на початку 2009 р., проте птахів продовжили спостерігати в цій місцевості в гніздовий період 2009–2010 рр.; друге – декілька років включно з 2010 р. дорослих особин *C. nigra* спостерігали в літній період на полях біля 1,3 кв. Лугинського л-ва в ур. «Шибене».

У 94 кв. 2 вид. 12.04.2018 р. було знайдено гніздо чорних лелек. Воно знаходиться на розвилці бічної гілки біля стовбура дуба на висоті 14 м. Гніздовому дереву 150–170 років і воно росте у старій дубовій ділянці на краю із сосново-березовим лісом. У 2018–2019 рр. птахи прилітали на гніздо, але не розмножувались. У 2020 році воно було незаселене. Навесні 2021 р. лісники розпочали санітарну рубку у цьому виділі. Гніздове дерево вони залишили, але птахи не заселили гніздо. У 2022–2023 рр. перевірку не здійснювали.

У лісовому заказнику місцевого значення «Лугинські дубняки» в 63 кв. 15 вид. було знайдено гніздо чорних лелек зимою 2018 р., на той момент йому вже було не менше, ніж 5 років. Воно лежить на розгалуженні товстої гілки біля стовбура дуба на висоті 10 м. Гніздове дерево, віком більше, ніж 200 років, росте серед болота на острові, укрітим сосновим лісом з одиничними дубами з грабовим підліском. У 2018–2019 та 2023 рр. гніздо не перевіряли. У 2020 р. птахи його заселили, але не розмножувались на ньому. У 2021–2022 рр. – не заселялось.

У Літківському л-ві були відомі два жилі гнізда чорних лелек в 2010 р.: в 27 кв. та в 12 кв., урочище «Тростець»; також в одному з кв. біля с. Діброва (36, 37, 40, 41) було жиле гніздо на дубі в 2009 р., в 2010 р. перевірку не здійснювали.

У Дивлинському л-ві було 6 гнізд, заселених птахами в 2009–2010 рр. Два з них знаходилися в 16 кв. 5 вид.: перше на дубі на висоті 7 м, у 2010 р. в ньому вивелось 3 пташенят; друге – за 300 м від попереднього, розташовувалося на верхівці берези на висоті 16 м, у 2010 р. було 2 пташенят. У 42 кв. та 31 кв. було ще два жилі гнізда в 2010 р. Обоє розташовувалися на дубах в дубових ділянках. Також в 32 кв. була жила в 2009 р. гніздівля лелек на березі в сосновій ділянці, в 2010 р. – перевірку не здійснювали. У 40 кв. було заселене в 2009 р. гніздо *C. nigra* на березі в березовій ділянці, яке взимку 2010 р. зрізали під час вирубки.

За словами Федуна О., було гніздо чорного лелеки в гідрологічному заказнику місцевого значення «Бучмани» в 7 чи 17 кв. в 2021 р., а також неподалік він бачив, як літала пара особин *C. nigra* весною того ж року.

Одне ймовірне гніздування було відоме в Радогощанському л-ві, де в гніздовий період 2010 р. часто спостерігали птахів в 18 та 19 кв.

Ще одне ймовірне гніздування знаходилось у Повчанському л-ві, де в 51 кв. 10 вид. влітку 2010 р. постійно зустрічали лелек на річці та болоті.

Загальна кількість гнізд чорних лелек у Лугинському лісгоспі, яку було зареєстровано за 2009–2010 рр., становила 14. Також встановлено 4 ймовірні гніздування. Із 14 зареєстрованих в 2009 р. гнізд в 2010 р. залишилось лише 6, 3 – не перевіряли, 4 – залишені птахами, а 1 – знаходилося на зрубаному дереві. В останні роки (2018–2023 рр.) нами виявлено 7 гнізд *C. nigra* на шістьох територіальних ділянках.

Лугинський лісгосп АПК складається з 4 лісництв: Бовсунівського, Степанівського, Липниківського та Красноставського. Він був досліджений нами в 2009–2023 рр. У 2009–2010 рр. виявлено 4 гнізда та 1 ймовірне гніздування. В останні роки (2019–2023 рр.) відоме 1 заселене гніздо.

У 22 кв. Бовсунівського л-ва знаходилось гніздо лелек на дубі. Воно відоме з 2002 р. У 2009 р. було заселене птахами, у 2010 р. його не перевіряли, але влітку лелек бачили в цьому кварталі. Воно знаходиться поряд з р. Лютищ і за 300 м від р. Жерев, де птахи шукають їжу.

У Степанівському л-ві в 58 кв. було заселене в 2010 р. гніздо лелек на сосні, а також відоме одне ймовірне гніздування біля сіл Бобричі та Степанівка, де багато років, до 2010 р. включно, зустрічали чорних лелек влітку.

В одному з кварталів Липниківського л-ва (31, 32, 35) було заселене чорними лелеками в 2009 р. гніздо на дубі. У 2010 р. його не перевіряли, але влітку птахів часто зустрічали на полях поруч з цими кварталами.

Також працівники лісгоспу повідомляли про гніздівлю *C. nigra* в районі 27 чи 28 кв. Липницького л-ва Лугинського ЛГ, біля виселеного с. Мощаниця. Гніздо знаходилось на дубі. У 2009 р. у гнізді вивелось 2 пташенят. У 2010 р. його не перевіряли, але поряд часто спостерігали птахів у гніздовий період. Можливо, це повідомлення стосувалося іншого гнізда, відомого вже близько 20 років, яке існує дотепер та знаходиться поряд із вказаним місцем в 43 кв. Липниківського л-ва у старовіковій дубовій ділянці. Воно розташоване на бічній гілці біля стовбура дуба на висоті 11–12 м. Гніздове дерево віком 200–250 років. У 2017–2023 рр. птахи не заселяли гніздо, тому що підлісок, який виріс під ним, закрив підліт до нього.

У січні 2019 р. за 860 м від попереднього гнізда була знайдена нова, приблизно трирічна, гніздівля чорних лелек. Вона знаходиться в 42 кв. цього ж л-ва у старовіковій діброві. Гніздо лежить на бічній гілці біля стовбура сторічного дуба на висоті 14 м. Воно розташоване за 90 м від р. Жуківка, як і попереднє гніздо. У 2019 р. там вивелось одне пташеня [10]. У 2020–2023 рр. *C. nigra* заселяли гніздо, але розмноження не починали. Птахи повертаються з міграції на початку квітня, оскільки 27.03.2021 р. ознак відвідування гнізда не було, а 21.04.2021 р. та 24.04.2023 р. під ним було дуже багато лелечого посліду. Цікаво, що за 140 м від гнізда лелек у 2019 р. в іншій гніздівлі розмножувалися бородаті сови, у них було 1 пташеня. Отже, даний вид не становить небезпеки для *C. nigra*, хоча часом вони конкурують за гнізда.

На дослідженій території загалом в 2009–2010 рр. нами виявлено 23 пари чорних лелек, це більше за встановлену в 2006–2008 рр. кількість іншими дослідниками [1]. Оскільки відсутні більш ранні дані про цей вид на зазначеній території, ми не можемо оцінити динаміку його чисельності. Враховуючи, що площа лісів району 54000 га, то щільність гніздування даного виду становила 4,26 пар/100 км² лісів, що було найбільшим показником серед інших районів Житомирщини [3, 12]. У 2017–2023 рр. було знайдено 7 пар лелек. У цей час дослідженнями була охоплена невелика частина регіону і в цих межах чисельність *C. nigra* не змінилась у порівнянні з 2010 р., а багато нових знайдених гнізд знаходиться неподалік давно відомих гніздівель.

Проте ми відзначили тенденцію до зменшення кількості пташенят, що вплине на чисельність чорних лелек у майбутньому. У наш час на території України відбувається підвищення середньої температури та зменшення опадів, це призводить до того, що дрібні річки та болота часто пересихають. А оскільки даний вид харчується переважно водними організмами, то чітко простежується зв'язок між розмноженням чорних лелек та кількістю опадів, особливо взимку та навесні. Якщо навесні водойми недостатньо заповнені водою, то птахи не розмножуються або мають малу кількість пташенят. Наприклад, у посушливі 2019, 2020 та 2022 рр. в усіх відомих гніздах цього регіону загальна кількість пташенят була 1, 2 та 1 відповідно. У роки з достатньою кількістю опадів: 2018, 2021 та 2023 – 4, 4 та 5 відповідно. Пари, які гніздяться неподалік великих річок, що не пересихають, мають більше нащадків. Із усіх відомих даних середня кількість пташенят у виводку становила 2,2 (n=11).

Ще одним негативним фактором, який впливає на чисельність чорних лелек, є інтенсивна лісозаготівля. Вона призводить до зменшення придатних для гнізд дерев. Нами описані 2 факти, коли проводили вирубку біля гнізд даного виду, у результаті чого птахи залишили їх, а в одному випадку гніздове дерево зрубали.

Чорні лелеки мають прив'язаність до певних територій, на деяких із них упродовж років досліджень вони вже змінили кілька жител. Це пов'язано з тим, що на цих ділянках наявні відповідні дерева для гніздування, водойми для харчування та спостерігається відсутність фактору турбування людьми. У цьому регіоні, як і на заході Житомирщини [6], для розміщення гнізда птахи надають перевагу дубам – 83,33 % (n=24), хоча за даними лісгоспів дуб займає лише до 22 % їх площі. На березах було 12,5 % гнізд (до 21 % площі лісів), на сосні – 4,17 % (до 50 %). Лелеки вибирають великі гніздові дерева віком 100–250 років (n=10) та обхватом 226–297 см на висоті 130 см (n=3), зазвичай такі дерева ростуть у старовікових дібровах – 60 % (n=10). Гнізда *C. nigra* будують на висоті 7–15 м, у середньому – 11,8 м (n=10), переважно на бічних гілках – 85 % та іноді в розвилці – 15 % (n=13). Також птахи вибирають місця для гніздування неподалік від водойм (переважно малих річок), найменша відстань до яких від 90 до 910 м, у середньому – 418 м (n=10). Звісно вони можуть літати за їжею й на значно більші відстані. Крім того, чорні лелеки уникають гніздитися неподалік населених пунктів, найменша відстань до яких від 0,87 до 5,2 км, у середньому – 2,5 км (n=10), а також і біля краю лісового масиву – від 0,06 до 2,8 км, у середньому – 1,4 км (n=10).

Для збереження популяції чорного лелеки в цьому регіоні необхідно створювати навколо відомих гнізд охоронні зони радіусом 100 м, де забороняється будь-яка господарська діяльність, як це рекомендовано в «Порядку створення охоронних зон для збереження біорізноманіття у лісах», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 травня 2023 р. № 499. Як показує приклад заказника «Липницький», у якому лелеки живуть протягом багатьох років, необхідно створювати нові території ПЗФ у місцях, придатних для гніздування *C. nigra*. Також потрібно застосовувати біотехнічні методи охорони: встановлювати штучні гніздівлі, там, де немає придатних дерев; створювати штучні водойми в місцях, де природні пересихають, що збільшить кількість корму для птахів тощо.

Висновки

Встановлено, що в центрі північної частини Житомирщини чорні лелеки надають перевагу гніздуванню на старих дубах у старовікових дібровах в середині лісового масиву неподалік невеликих річок, але далеко від населених пунктів. Чисельність виду у цьому регіоні становила 23 пари, а щільність – 4,26 пар/100 км² лісів.

1. Весельський М. Ф. Чорний лелека на Житомирщині. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2017. Вип. 33. С. 33–42.
2. Грищенко В. М., Головач О. Ф., Серебряков В. В., Скільський І. В., Савчук О. В. Підсумки проведення «Року чорного лелеки» в Україні. Чорний лелека в Україні / за ред. В. М. Грищенка, І. В. Скільського. Чернівці, 1992. С. 1–16.
3. Панчук О. С. Результати дослідження чисельності чорного лелеки, *Ciconia nigra* (Aves, Ciconiiformes), в Північній Україні в 2008–2016 роках. *Вестник зоології*. 2017. Вип. 35. С. 55–58.

4. Панчук О. С. Чорний лелека в природному заповіднику «Древлянський» та його околицях. *Регіональні аспекти флористичних та фауністичних досліджень*: мат. IV міжнар. наук.-практ. конф. (сmt. Путила, Чернівецька область). Чернівці : «ДрукАрт», 2017. С. 156–158.
5. Панчук О. С., Давиденко І. В. Чисельність чорного лелеки в Овруцькому районі Житомирської області у 2009–2010 роках. *Регіональні аспекти флористичних та фауністичних досліджень*: мат. V міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чернівці). Чернівці : «ДрукАрт», 2018. С. 216–219.
6. Панчук О. С., Серебряков В. В. Сучасний стан чисельності та деякі особливості гніздової біології чорного лелеки в західній частині Житомирського Полісся. *Заповідна справа в Україні*. 2010. Т. 16, Вип. 1. С. 55–60.
7. Панчук О., Серебряков В. Чорний лелека *Ciconia nigra* в Західному Поліссі. *Вісник Львівського університету. Сер. біол.* 2010. Вип. 54. С. 194–202.
8. Поліщук О. Я. Довідник природних ресурсів Житомирщини. Житомир : Льонек, 1993. 142 с.
9. Рідкісні та зникаючі види тварин Житомирщини: навчальний посібник / А. П. Стадниченко та ін. Житомир : Видавництво «Волинь», 2003. 176 с.
10. Хоптинець О. М., Хоптинець М. О. До вивчення соколоподібних, совоподібних та лелекоподібних північного сходу Лугинського району Житомирської області в 2019 році. *Біологічні дослідження – 2020*: збірник наукових праць, 2020. С. 127–130.
11. Хоптинець О. М., Хоптинець М. О. Моніторинг гніздувань лелекоподібних, соколоподібних та совоподібних північного сходу Лугинського району Житомирської області в 2020 році. *Біологічні дослідження – 2021*: збірник наукових праць, 2021. С. 118–120.
12. Panchuk O., Serebryakov V. Numbers of Black Stork *Ciconia nigra* in Ukraine in 2008–2015. *Die Vogelwelt*. 2017. Bd. 137, № 1. S. 119–123.

References

1. Veselskyi M. F. Chornyi leleka na Zhytomyrshchyni. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu*. 2017. Vyp. 33. S. 33–42. [in Ukrainian]
2. Hryshchenko V. M., Holovach O. F., Serebriakov V. V., Skilskyi I. V., Savchuk O. V. Pidsumky provedennia «Roku chornoho leleky» v Ukraini. Chornyi leleka v Ukraini / za red. V. M. Hryshchenka, I. V. Skilskoho. Chernivtsi, 1992. S. 1–16. [in Ukrainian]
3. Panchuk O. S. Rezultaty doslidzhennia chyselnosti chornoho leleky, *Ciconia nigra* (Aves, Ciconiiformes), v Pivnichniyi Ukraini v 2008–2016 rokakh. *Vestnyk zoolohyi*. 2017. Vyp. 35. S. 55–58. [in Ukrainian]
4. Panchuk O. S. Chornyi leleka v pryrodnomu zapovidnyku «Drevlianskyi» ta yoho okolytsiakh. *Rehionalni aspekty florystychnykh ta faunistychnykh doslidzhen*: mat. IV mizhnar. nauk.-prakt. konf. (smt. Putyla, Chernivetska oblast). Chernivtsi : «DrukArt», 2017. S. 156–158. [in Ukrainian]
5. Panchuk O. S., Davydenko I. V. Chyselnist chornoho leleky v Ovrutskomu rayoni Zhytomyrskoi oblasti u 2009–2010 rokakh. *Rehionalni aspekty florystychnykh ta faunistychnykh doslidzhen*: mat. V mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Chernivtsi). Chernivtsi : «DrukArt», 2018. S. 216–219. [in Ukrainian]
6. Panchuk O. S., Serebriakov V. V. Suchasnyi stan chyselnosti ta deiaki osoblyvosti hnizdovoi biolohii chornoho leleky v zakhidni chastyi Zhytomyrskoho Polissia. *Zapovidna sprava v Ukraini*. 2010. T. 16, Vyp. 1. S. 55–60. [in Ukrainian]
7. Panchuk O., Serebriakov V. Chornyi leleka *Ciconia nigra* v Zakhidnomu Polissi. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Ser. biol.* 2010. Vyp. 54. S. 194–202. [in Ukrainian]
8. Polishchuk O. Ya. Dovidnyk pryrodnykh resursiv Zhytomyrshchyny. Zhytomyr : Lonok, 1993. 142 s. [in Ukrainian]
9. Ridkisini ta znykaiuchi vydy tvaryn Zhytomyrshchyny: navchalnyi posibnyk / A. P. Stadnychenko ta in. Zhytomyr : Vydavnytstvo «Volyn», 2003. 176 s. [in Ukrainian]
10. Khoptynets O. M., Khoptynets M. O. Do vuvchennia sokolopodibnykh, sovopodibnykh ta lelekopodibnykh pivnichnoho skhodu Luhynskoho rayonu Zhytomyrskoi oblasti v 2019 rotsi. *Biolohichni doslidzhennia – 2020*: zbirnyk naukovykh prats, 2020. S. 127–130. [in Ukrainian]
11. Khoptynets O. M., Khoptynets M. O. Monitorynh hnizduvan lelekopodibnykh, sokolopodibnykh ta sovopodibnykh pivnichnoho skhodu Luhynskoho rayonu Zhytomyrskoi oblasti v 2020 rotsi. *Biolohichni doslidzhennia – 2021*: zbirnyk naukovykh prats, 2021. S. 118–120. [in Ukrainian]
12. Panchuk O., Serebryakov V. Numbers of Black Stork *Ciconia nigra* in Ukraine in 2008–2015. *Die Vogelwelt*. 2017. Bd. 137, № 1. S. 119–123.

¹O. S. Panchuk, ²O. M. Khoptynets, ³M. O. Khoptynets

¹Kyiv ZOO, Ukraine

²FOP Khoptynets O. M., Ukraine

³Lypnyky lyceum, Korosten district, Zhytomyr region, Ukraine

BLACK STORK (*CICONIA NIGRA*) IN THE CENTER OF THE NORTHERN PART OF ZHYTOMYR REGION: NUMBERS, BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PROTECTION

The studies of Black Stork were conducted on the territory of the former Luhyny district that is currently the united territorial community of Zhytomyr region within the period of 2009–2023. The data were obtained by surveying forestry workers as well as conducting our field research. In 2009–2010 the amount of this species constituted 23 pairs and the nesting density was equal to 4.26 pairs/100 km² of forests, that showed the highest rate among other districts of the region. In 2017–2023, 7 pairs of storks were discovered, many of which were in areas known from our previous research.

C. nigra preferably choose old oaks for nesting (83.33 %) in old-growth groves (60 %). Nesting sites should be located next to the hunting places, obviously small rivers (on average 418 m), but far from populated areas (on average 2.5 km). The size of the nests was from 115 to 151 cm, and the height constituted from 25 to 45 cm.

A tendency towards the decline of the amount of nestlings has been noted that will presumably affect the numbers of Black Storks in the future. Nowadays, the average temperature is increasing and precipitation is decreasing on the territory of Ukraine, which frequently leads to drying of small rivers and swamps. Considering that this species feeds on mainly aquatic organisms, the link between the reproduction of Black Storks and the amount of winter-spring precipitation is clearly traced. If ponds and rivers are not sufficiently filled with water in spring, the birds do not breed or have a small number of nestlings. Pairs that nest close to large rivers that do not dry up, have more offspring. The average number of nestlings in the brood was 2.2 (n=11).

Black Storks flock from migration to the studied territory in the first half of April.

7 nestlings were ringed in 2020–2022. One of them ringed with a white plastic ring with the number U104 in July 2021, was found in September 2021 in the far south of Moldova in Slobozia Mare village, Cahul district. The distance from the nest to the meeting point is approximately 618 km directly to the south. The migration of this bird was in the direction of the Bosphorus.

Great Grey Owls and Common Buzzards can compete with Black Storks for their nests. Lesser Spotted Eagle and Great Grey Owl are not dangerous for *C. nigra* and can live close to them.

Intensive logging greatly threatens the reduction of suitable nesting places for the species. To preserve Black Storks, it is necessary to create conservation areas around the nests, new territorial nature conservation areas, artificial nest platforms and ponds.

Key words: Black Stork, *Ciconia nigra*, nest, numbers, Luhyny.

Надійшла 30.11.2023.

¹Е. М. РІЗУН, ¹О. В. ПАЛАМАРЕНКО, ²Ю. Р. БРОДОВИЧ

¹Національний лісотехнічний університет України

вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057

²Мукачівський державний університет

вул. Ужгородська, 26, м. Мукачево, 89600

e-mail: olgapal1982@gmail.com

АНАЛІЗ МИСЛИВСЬКОЇ ТЕРІОФАУНИ ХУСТСЬКОГО ЛІСОВОГО ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА, ВЕЛИКОБИЧКІВСЬКОГО ТА ДОВЖАНСЬКОГО ЛІСОМИСЛИВСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

У статті наводимо дані щодо видового складу мисливських звірів Великобичківського і Довжанського лісомисливських господарств (ЛМГ) та Хустського лісового дослідного господарства (ЛДГ). Інформацію зібрано протягом 2021–2022 років. Проаналізовано результати досліджень, які стосуються хутрових звірів Червоної книги України (2021) [8]. Встановлено, що на досліджуваних об'єктах постійно мешкають ведмідь бурий (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), кіт лісовий (*Felis silvestris* Schreber, 1777), рись (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758), видра річкова (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758), тхір лісовий (*Putorius putorius* Linnaeus, 1758). Матеріали зібрано шляхом опрацювання літературних джерел та інтернет-ресурсів [8, 13–15], методом опитування та спостереження у місцях підгодівлі та на ділянках зимових скупчень копитних, на маршрутах за відбитками та екскрементами й іншими слідами життєдіяльності. Проведено порівняльний аналіз мисливської теріофауни для трьох об'єктів ДП «Ліси України» у Закарпатській області.

Ключові слова: мисливські види, копитні, хутрові звірі, поширення.

Ліси Закарпатської області представлені надзвичайно цінними і продуктивними у Карпатському регіоні деревостанами. Саме тому ведення мисливського господарства у таких умовах є перспективним, а дослідження теріофауни – завжди необхідними та актуальними.

Наукове вивчення фауни мисливських ссавців Карпат розпочато в ХІХ столітті. Фрагментарні дослідження мисливської фауни знаходимо у працях, датованих ХХ та початком ХХІ століття. Сучасні теріологічні праці з дослідження території Закарпатської області найбільшою мірою стосуються об'єктів природно-заповідного фонду [2, 4, 7, 9, 10, 12, 16, 18].

Метою нашої роботи був збір та аналіз даних щодо популяцій мисливських звірів у філіях ДП «Ліси України»: Великобичківське лісомисливське господарство, Хустське лісове дослідне господарство, Довжанське лісомисливське господарство. Ці об'єкти належать до Західного міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства. Завдання – уточнення списку місцевих видів копитних і хутрових звірів, включно із видами, віднесеними до Червоної книги України (2021), порівняння фауністичних списків для обраних філій.

Матеріали і методи досліджень

У роботі використано дані щодо чисельності мисливських звірів, які відображено у статистичних звітах (2ТП-мисливство), усні повідомлення спеціалістів егерської служби, власні дослідження. Обліки чисельності мисливських звірів проводяться за загальноприйнятими в мисливському господарстві методиками, проте мають певні особливості, зважаючи на специфіку рельєфу досліджуваної території [1, 5, 6, 11].

Нами прийнято поділ мисливських звірів на «копитних» і «хутрових», який подається у формах статистичної звітності за результатами ведення мисливського господарства.

Досліджувані угіддя розміщені в Закарпатській області й простягаються з південного на північний схід. Філія «Великобичківське ЛМГ» розташована в південно-східній частині Закарпатської області на території Рахівського адміністративного району та займає площу

53332 га. Лісовою рослинністю вкрито 94 % площі. Згідно з лісорослинним районуванням територія ЛМГ належить до буково-ялицево-ялинових лісів, буково-гірських лісів полонинського хребта та дубово-букових лісів Закарпаття, які входять до складу Гірськокарпатського округу та округу Закарпатських рівнин й передгір'я [13].

Хустське ЛДГ розташоване на південному сході центральної частини Закарпатської області, лісові насадження підприємства відносяться до району Вулканічних Карпат та міжгірних улоговин з буковими і дубово-буковими лісами. Переважаючою породою є бук (84,6 % вкритих лісовою рослинністю земель), дуб займає 6,6 %, частка деревостанів із переважанням у складі клена, явора, граба, ясена, акації, вільхи, сосни та берези незначна [15].

У структурі лісового фонду філії «Довжанське ЛМГ» є ліси наукового, природоохоронного та історико-культурного призначення (11 %), рекреаційно-оздоровчі (2,8 %), захисні (23,9 %) і експлуатаційні ліси (62,3 %). Домінують у лісовому фонді підприємства бук лісовий (85,1 %), дуб звичайний (9,5 %), ялина звичайна (2,7 %) та інші (ясен, каштан, береза, акація). Переважаючими висотами в гірських масивах є 400–650 м н.р.м., максимальна – 1086 м [14].

Результати досліджень та їх обговорення

Видове різноманіття мисливських звірів подане в таблиці у відповідності до сучасної систематики [19]. Для Великобичківського, Хустського та Довжанського господарств характерно по три види копитних. Хутрових звірів найбільше у Великобичківському ЛМГ – 13 видів. У Хустському ЛДГ хутрових звірів налічується 12 видів, а у Довжанському ЛМГ найменше – 11 видів (таблиця).

Таблиця

Видова насиченість мисливськими звірами угідь філії ДП «Ліси України» у Закарпатській області

№ з/п	Назва виду	Філії ДП «Ліси України»		
		Великобичківське ЛМГ	Хустське ЛДГ	Довжанське ЛМГ
Копитні				
1.	<i>Sus scrofa</i> L., 1758	+	+	+
2.	<i>Cervus elaphus</i> L., 1758	+	+	+
3.	<i>Capreolus capreolus</i> L., 1758	+	+	+
Хутрові				
4.	<i>Lepus europaeus</i> Pall., 1778	+	+	+
5.	<i>Sciurus vulgaris</i> L., 1758	+	+	+
6.	<i>Castor fiber</i> L., 1758	+	+	+
7.	<i>Ondatra zibethicus</i> L., 1766		+	
8.	<i>Felis silvestris</i> Schreb., 1777	+	+	+
9.	<i>Lynx lynx</i> L., 1758	+		+
10.	<i>Canis lupus</i> L., 1758	+	+	+
11.	<i>Vulpes vulpes</i> L., 1758	+	+	+
12.	<i>Ursus arctos</i> L., 1758	+		
13.	<i>Mustela putorius</i> L., 1758	+	+	
14.	<i>Martes martes</i> L., 1758	+	+	+
15.	<i>Martes foina</i> Erxleb., 1777	+	+	+
16.	<i>Meles meles</i> L., 1758	+	+	+
17.	<i>Lutra lutra</i> L., 1758	+	+	+
	Всього:	16	15	14

Порівнюючи видовий склад мисливської теріофауни Закарпатської області загалом [2, 3, 8–10, 12–18] та досліджуваних об'єктів, стає зрозуміло, що для області характерна дещо більша представленість копитними та хутровими ссавцями (рисунок).

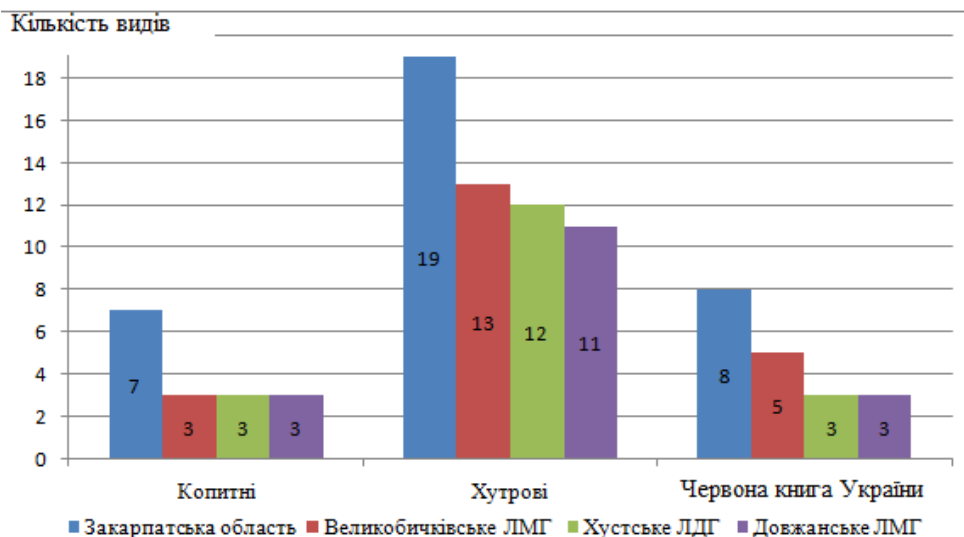


Рисунок. Мисливська теріофауна Закарпатської області, досліджених господарств та види з Червоної книги України у окремих господарствах (2021).

Видове різноманіття копитних звірів у всіх досліджуваних господарствах однакове і представлено трьома мисливськими видами – оленем лісовим, сарною європейською і свинею дикою.

В угіддях Закарпатської області поширені види-інтродуценти – лань європейська (*Dama dama* Linnaeus, 1758), муфлон (*Ovis orientalis musimon* Pallas, 1811), олень плямистий (*Cervus nippon* Temminck, 1838), а також реакліматизований зубр (*Bos bonasus* Linnaeus, 1758). У межах досліджуваних об'єктів ці ссавці не трапляються.

Дані щодо поширення тхора степового (*Mustela eversmanni* Lesson, 1827) у Хустському ЛДГ Закарпатської області [15] потребують наукових підтверджень та уточнень.

Різноманіття хутрових звірів незначно відрізняється по господарствах: найбільше видів зустрічається на території Великобичківського ЛМГ (13 видів), найменше – у Довжанському ЛМГ (11 видів). У Хустському ЛДГ поширені 12 видів. Видове різноманіття хутрових звірів зростає з півдня на північний схід. Щодо представленості видів мисливських звірів, які занесені до Червоної книги України (2021) [8], то спостерігається аналогічна закономірність – зростає їх кількість з півдня на північний схід Закарпатської області. У Довжанському ЛМГ та Хустському ЛДГ трапляється по 3 види, а у Великобичківському ЛМГ – 5 видів.

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що у 2021–2022 роках на території Великобичківського ЛМГ, Довжанського ЛМГ та Хустського ЛДГ були поширені копитні та хутрові звірі – загалом 16 видів. У той час в Закарпатській області поширені 26 видів мисливських ссавців (включно із видами з Червоної книги, полювання на яких заборонене).

Отже, у межах досліджених філій поширені лише 62 % усіх мисливських видів ссавців, які є характерними для Закарпатської області.

До копитних тварин, які трапляються на обстеженій території, належить олень лісовий, сарна європейська та свиня дика. До хутрових звірів належать представники 13 видів. Серед них видами з Червоної книги України (2021) є ведмідь бурий, рись, кіт лісовий, видра річкова та тхір лісовий. П'ять видів з Червоної книги України (2021) населяють угіддя Великобичківського ЛМГ, по три види – угіддя Довжанського ЛМГ та Хустського ЛДГ.

1. Актуальні питання стану і ведення мисливського господарства в Україні та можливі напрями їх вирішення. URL: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/66> (дата звернення: 23.06.2023).

2. Гунчак М. Стан популяції копитних тварин у Карпатах. *Великі ссавці Карпат*. Івано-Франківськ: Сіверсія, 2000. С. 7–11.
3. Закарпатське обласне управління лісового та мисливського господарства. URL: <https://zakarpatlis.gov.ua/napryamky-diyalnosti/myslyvske-hospodarstvo/> (дата звернення: 23.06.2023).
4. Лушчак М. М., Делеган І. В. Рись звичайна (*Lynx (Felis) lynx* Linnaeus 1758) в Українських Карпатах. *Науковий вісник НЛТУ Укр.* 2006. Вип. 16.7. С. 57–62.
5. Методики обліку рисі, ведмедя та вовка.WWF-Україна, 2022. 64 с. URL: <https://wwf.ua/?6613891/lc-accounting-methods> (дата звернення: 23.06.2023).
6. Облік диких тварин: практичні рекомендації / Бондаренко В. Д., та ін. Львів, 1989. 65 с.
7. Паламаренко О. В. Кіт лісовий (*Felis silvestris*) і рись (*Lynx lynx*) в Україні. *Науковий вісник НЛТУ Укр.* 2015. Вип. 25.5. С. 78–84.
8. Перелік видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ). Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України 19 січня 2021 року № 29. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#Text> (дата звернення: 23.06.2023).
9. Потіш Л. А., Потіш А. Л. Динаміка чисельності та стан популяції ратичних Artiodactyla у Закарпатській області. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27 (10). С. 37–41.
10. Потіш Л. А. Мисливська фауна Закарпаття, стан популяцій та перспективи використання. *Стан і перспективи природокористування в Україні: матеріали І-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*. Ужгород, 2016. С. 43–48.
11. Різун Е. Облік мисливських звірів у мисливських угіддях (огляд методик). *Novitates Theriologicae*. 2017. Pars 10. С. 121–132.
12. Сокур І. Т. Звірі Радянських Карпат і їх господарське значення. Київ, 1952. 68 с.
13. Філія «Великобичківське лісомисливське господарство». URL: <https://vbychkivlmg.com.ua/napryam/myslyvske-hospodarstvo/> (дата звернення: 23.06.2023).
14. Філія «Довжанське лісомисливське господарство». URL: <https://dovgelis.org.ua/lisgosp/korotkadovidka.html> (дата звернення: 23.06.2023).
15. Філія «Хустське лісове дослідне господарство». URL: <https://khustldg.zaua.com/%d0%bc%d0%b8%d1%81%d0%bb%d0%b8%d0%b2%d1%81%d1%8c%d0%ba%d0%b5-%d0%b3%d0%be%d1%81%d0%bf%d0%be%d0%b4%d0%b0%d1%80%d1%81%d1%82%d0%b2%d0%be/> (дата звернення: 23.06.2023).
16. Хоецький П. Б. Лісомисливське господарство Закарпатського регіону. Львів, 2012. 40 с.
17. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. С. 539–543.
18. Юркевич Ю. Дикі звірі і птахи Карпат. Облік та оберігання. Надвірна, 1996. 92 с.
19. Zagorodniuk I., Kharchuk S. List of mammals of Ukraine 2020: additions and clarifications. *Theriologia Ukrainica*, 2020. 20: 10–28. URL: <http://terioshkola.org.ua/library/pts20/TU2004-zagorodniuk-ukmam.pdf> (дата звернення: 23.06.2023).

References

1. Aktualni pytannia stanu i vedennia myslyvskeho gospodarstva v Ukraini ta mozhlyvi napriamy ikh vyrishennia. URL: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/66> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]
2. Hunchak M. Stan populiatsii kopytnykh tvaryn u Karpatakh. *Velyki ssavtsi Karpat*. Ivano-Frankivsk: Siversiia, 2000. S. 7–11. [in Ukrainian]
3. Zakarpatske oblasne upravlinnia lisovoho ta myslyvskeho gospodarstva. URL: <https://zakarpatlis.gov.ua/napryamky-diyalnosti/myslyvske-hospodarstvo/> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]
4. Lushchak M. M., Delehan I. V. Rys zvychaina (*Lynx (Felis) lynx* Linnaeus 1758) v Ukrainskykh Karpatakh. *Naukovyi visnyk NLTU Ukr.* 2006. Vyp. 16.7. S. 57–62. [in Ukrainian]
5. Metodyky obliku rysi, vedmedia ta vovka.WWF-Ukraina, 2022. 64 s. URL: <https://wwf.ua/?6613891/lc-accounting-methods> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]
6. Oblik dykykh tvaryn: praktychni rekomendatsii / Bondarenko V. D., ta in. Lviv, 1989. 65 s. [in Ukrainian]
7. Palamarenko O. V. Kit lisovyi (*Felis silvestris*) i rys (*Lynx lynx*) v Ukraini. *Naukovyi visnyk NLTU Ukr.* 2015. Vyp. 25.5. S. 78–84. [in Ukrainian]
8. Perelik vydiv tvaryn, shcho zanosyatsia do Chervonoj knyhy Ukrainy (tvarynnyi svit). Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy 19 sichnia 2021 roku No 29. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#Text> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]

9. Potish L. A., Potish A. L. Dynamika chyselnosti ta stan populiatsii ratychnykh Artiodactyla u Zakarpatskii oblasti. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2017. Vyp. 27 (10). S. 37–41. [in Ukrainian]
10. Potish L. A. Myslyvska fauna Zakarpattia, stan populiatsii ta perspektyvy vykorystannia. *Stan i perspektyvy pryrodokorystuvannia v Ukraini: materialy I-i Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Uzhhorod, 2016. S. 43–48. [in Ukrainian]
11. Rizun E. Oblik myslyvskykh zviriv u myslyvskykh uhiddiakh (ohliad metodyk). *Novitates Theriologicae*. 2017. Pars 10. S. 121–132. [in Ukrainian]
12. Sokur I. T. Zviri Radianskykh Karpat i ikh hospodarske znachennia. Kyiv, 1952. 68 s. [in Ukrainian]
13. Filiia «Velykobychkivske lisomyslyvske hospodarstvo». URL: <https://vbychkivlmg.com.ua/napryam/myslyvske-hospodarstvo/> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]
14. Filiia «Dovzhanske lisomyslyvske hospodarstvo». URL: <https://dovgelis.org.ua/lisgosp/korotkadovidka.html> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]
15. Filiia «Khustske lisove doslidne hospodarstvo». URL: <https://khustldg.zaua.com/%d0%bc%d0%b8%d1%81%d0%bb%d0%b8%d0%b2%d1%81%d1%8c%d0%ba%d0%b5-%d0%b3%d0%be%d1%81%d0%bf%d0%be%d0%b4%d0%b0%d1%80%d1%81%d1%82%d0%b2%d0%be/> (data zvernennia: 23.06.2023). [in Ukrainian]
16. Khoietskyi P. B. Lisomyslyvske hospodarstvo Zakarpatskoho rehionu. Lviv, 2012. 40 s. [in Ukrainian]
17. Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnyi svit / za red. I. A. Akimova. Kyiv : Hlobalkonsaltnh, 2009. S. 539–543. [in Ukrainian]
18. Yurkevych Yu. Dyki zviri i ptakhy Karpat. Oblik ta oberihannia. Nadvirna, 1996. 92 s. [in Ukrainian]
19. Zagorodniuk I., Kharchuk S. List of mammals of Ukraine 2020: additions and clarifications. *Theriologia Ukrainica*, 2020. 20: 10–28. URL: <http://terioshkola.org.ua/library/pts20/TU2004-zagorodniuk-ukrmam.pdf> (Last accessed: 23.06.2023). [in Ukrainian]

¹E. M. Rizun, ¹O. V. Palamarenko, ²Y. R. Brodovych

¹National Forestry University of Ukraine, Ukraine

²Mukachevo State University, Ukraine

ANALYSIS OF THE HUNTING THERIOFAUNA OF THE KHUST FOREST RESEARCH FARM, VELIKOBYCHKIV AND DOVZHAN FOREST RESEARCH FARMS

The forests of Zakarpattia Oblast are unique for Ukraine. Productive and very valuable forest ecosystems grow here, and animals of various species, including hunting species, live here. There are quite a lot of scientific publications on the hunting fauna of the Zakarpattia region. However, there are few modern analytical materials and there is a need for them.

In this article, we present the data for the species composition of hunting animals of the Velikobychkiv and Dovzhan forest hunting farms and the Khust forest research farm. The information was collected during 2021–2022. The species diversity of fur animals of the Red Book of Ukraine (2021) was analyzed. It was established that the brown bear (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), the wildcat (*Felis silvestris* Linnaeus, 1777), the Eurasian lynx (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758), the European otter (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758), the European polecat (*Mustela putorius* Linnaeus, 1758), live permanently on the studied objects. These species require additional research and any materials on their distribution and population size are always very valuable.

We collected the materials for this article by processing statistical databases and Internet resources. The records were carried out by the questionnaire and survey method, by the noise run method, at the places of winter feeding, on the routes, by prints and traces of vital activity. A comparative analysis of hunting theriofauna was conducted for three objects of the State Enterprise "Forests of Ukraine" in the Zakarpattia region. It was established that the region is characterized by a slightly higher representation of ungulates and fur-bearing mammals. It was established that the region is characterized by a slightly higher representation of ungulates and fur-bearing mammals. The species diversity of ungulates in all studied farms is the same and is represented by three hunting species: red deer (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), roe deer (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), wild boar (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). Another four species, which are characteristic of Zakarpattia Oblast, do not occur here. These are fallow deer (*Dama dama* Linnaeus, 1758), mouflon (*Ovis*

orientalis musimon Pallas, 1811), sika deer (*Cervus nippon* Temminck, 1838), European bison (*Bos bonasus* Linnaeus, 1758).

The diversity of fur animals does not differ significantly by farm: the largest number of species is found in the territory of the Velikobychkiv forest hunting farm (13 species), the smallest - in the Dovzhansky forest hunting farm (11 species). 12 species are common in the Khust forestry research farm. The region is characterized by the presence of 19 types of fur animals from the "hunting" category.

In total, in 2021–2022, 16 species of hunting animals were registered on the territory of three farms, including species listed in the Red Book of Ukraine (2021).

Therefore, only 62 % of species from the "hunting" category inhabiting the Zakarpattia region are typical in the studied area. However, it is very valuable that such valuable species as brown bear, lynx, forest cat, and river otter live here. Considering this, this area has a high value as a location where endangered species can be preserved.

Key words: hunting species, ungulates, fur animals, distribution.

Надійшла 15.10.2023.

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 504.4:556.5(477.84)

doi: 10.25128/2078-2357.23.3-4.5

¹Г. Б. ГУМЕНЮК, ²Н. М. ГАРМАТІЙ, ¹Б. Б. СОКІЛ, ¹В. О. ХОМЕНЧУК,
¹В. В. ГРУБІНКО, ¹О. Б. МАЦЮК, ¹Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, ¹О. С. ВОЛОШИН

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

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, Тернопіль, 46001

e-mail: macjuk@chem-bio.com.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ КОМПОНЕНТІВ ПРІСНОВОДНИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ РІКА ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ВОДОЗАБОРУ М. ЛАНІВЦІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

У результаті російської агресії перед українськими науковцями в галузі досліджень станів екологічних та гідроекологічних систем України постають нові виклики. Тому використання актуальних методів досліджень із використанням методів математичного моделювання та прогнозування дозволяє передбачати характеристики досліджуваних гідроекосистем. Застосування інструментарію економіко-математичного моделювання дозволило спрогнозувати вміст амонію у водоймах Тернопільського регіону для постійного моніторингу поверхневих вод. Проаналізовано дані з проведеного моделювання за умови вмісту йонів амонію NH_4^+ у водоймі: за зростання вмісту йонів амонію NH_4^+ зростає кислотність рН, а за зниження вмісту йонів амонію NH_4^+ – знижується кислотність (рН). Представлені результати моделювання доводять, що найнижча концентрація йонів амонію NH_4^+ можлива на п'ятому ймовірнісному етапі досліджень від початку замірів із показниками: 1.1302; 1.0307; 0.7912; 1.1566. При цьому в такому співвідношенні вмісту амонію NH_4^+ , показник рН буде в концентрації $7,30 \pm 0,03$. Використання сучасних методик економіко-математичного апарату на основі теорії ланцюгів Маркова дозволяє при зміні складових гідроекосистеми передбачити, постійно здійснювати моніторинг поверхневих вод, та відповідно корегувати екологічний стан гідроекосистем.

Зроблено прогноз концентрації міді у воді та динаміки водневого показника на наступний рік, а також встановлено кореляційну залежність між концентрацією міді у воді та водневим показником середовища на прикладі річки Ріка Закарпатської області протягом року. Виявлені особливості можуть бути використані у розробці рекомендацій щодо оцінки рівня токсичності та застосування методів біомоніторингу гідроекосистем.

Ключові слова: акумуляція сполук нітрогену, фосфору та металів, моніторинг, антропогенний вплив, екологічний стан, прогнозування якості вод.

Населення України зараз проживає у складний час, коли агресія росії руйнує не лише військові об'єкти та інфраструктуру, але й своїми діями завдає непоправної шкоди водним ресурсам, знищуючи інфраструктуру сфери, захоплюючи водні об'єкти, знешкоджуючи промисловість тощо. Слід зазначити, що будь-яка військова активність чинить вплив на безпеку та

життєдіяльність населення території, а також загострює прояв небезпечних процесів у розрізі компонентів довкілля. За аналізом вчених [2], вплив збройного конфлікту на водні ресурси є опосередкованим проявом водного тероризму, коли одна країна намагається захопити об'єкти водопостачання для своїх власних потреб, пошкодити водну інфраструктуру. Загалом слід виокремити основні чотири види воєнних дій, які суттєво впливають на стан водних ресурсів та на якість води. Це захоплення водної інфраструктури, руйнування дамб та очисних станцій, мінування водного простору, підриг нафтобаз та інших підприємств. Не зважаючи на те, чи вода використовується як «тригер, зброя», чи є «жертвою», водні ресурси страждають від негативного впливу на їх об'єкти. Наслідки та ризики від воєнних дій для водних ресурсів мають як прямий, так і опосередкований вплив, причому як на людину, так і на водні екосистеми вцілому.

Як результат, зріс дефіцит води та погіршилася її якість, що вимагає додаткових дій і, відповідно, витрат як на опріснення, так і на очищення [14, 16, 17, 20].

Отже, якість питної води є актуальною проблемою в Україні. Порушення режиму підземних вод унаслідок довготривалої експлуатації артезіанських свердловин, забруднення ґрунтових вод, погіршення санітарно-технічного стану розподільних водопровідних мереж сприяє забрудненню питної води [3].

Водноресурсна складова сталого розвитку розглядається як одна з найважливіших природно-господарських ланок в структурі водно-господарського комплексу країни, розвиток якого повинен задовольняти соціально-економічні та екологічні вимоги.

Дослідженням моделювання еколого-економічних систем та охорони водних ресурсів займаються сучасні українські та зарубіжні науковці. Так, Л. Загвойська [5] досліджувала методи моделювання еколого-економічних систем; В. Вовк [1] вивчав можливості застосування економіко-математичного моделювання у виробничих системах; О. Funtowicz, J. R. Ravetz, R. Costanza [15] обґрунтовували наукову методологію глобальних екологічних проблем; F. Waetzold розглядав можливість застосування економіко-математичних методів для управління біосистемами [21].

Особливої актуальності в сучасних умовах набувають використання математичного апарату економіко-математичного моделювання та регресійні прогнози математичні моделі між компонентами гідроекосистем при управлінні екологічною ситуацією, підвищенні якості питної води та ефективному управлінні діяльністю підприємств водокористування.

З огляду на проблему метою дослідження є оцінювання та прогнозування стану компонентів навколишнього середовища на основі даних, отриманих у результаті регулярних спостережень – екологічного моніторингу. Його використання дає можливість здійснити моделювання, прогнозування майбутніх станів води на основі теорії ланцюгів Маркова та охарактеризувати кореляційні схеми між водневим показником води та вмістом металів на прикладі води водозабору м. Ланівці (Тернопільська область) та р. Ріка (Закарпатська область).

Матеріали та методи досліджень

Водозабір м. Ланівці. Водопитне та водогосподарське постачання м. Ланівці забезпечується чотирма свердловинами джерельного типу, дві з яких оснащені водонапірними баштами. Карта-схема розміщення свердловин (рис. 1).

Відбір моніторингових проб здійснено у точках, зазначений на рис. 1.

Кількість відібраних проб у кожній точці становила по три повторності. Отримані показники вимірювань подані як середнє арифметичне трьох вимірювань в кожній точці відбору проб.

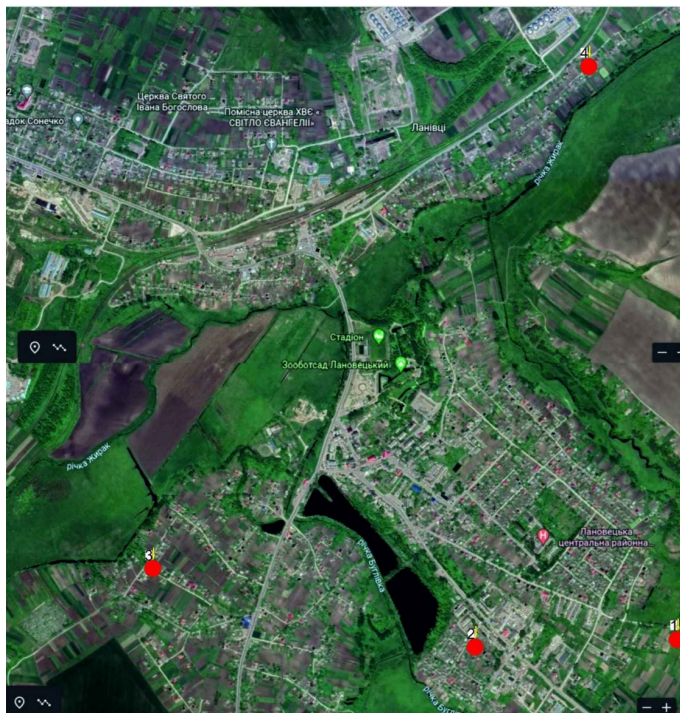


Рис. 1. Картосхема м. Ланівці з точками відбору проб води.

Водонапірна башта по вул. Підгірній (Т. 1) розміщена на підвищенні неподалік птахофабрики (1), глибина водозабору майже 50 м, досягає підземного водоносного горизонту у напрямку с. Білозірка; водонапірна башта по вул. Незалежності, 46 (Т. 2). Середня глибина водозабору – до 40 м. Водозабір «Цукровий завод» (Т. 3) розміщений на межі водорозділу, що сформувався на межі переходу підвищеного платоподібного узгір'я в долину низину уздовж р. Горинь. Середня глибина водозабору – до 40 м. Водозабір по вул. Набережній поряд з залізничним вокзалом (Т. 4) на межі водорозділу з р. Горинь. Середня глибина водозабору становить близько 80 м. У цій точці є вільний витік води з джерела.

Органолептичні показники визначали згідно методик [8].

Вміст сполук амонію встановлювали з огляду на те, що фізіологічно небезпечними у розрахунку на нейонізовану форму є концентрації аміаку вище, ніж 0,07 мг/л. Розрахунок вмісту нейонізованого аміаку та контроль його концентрації саме за цією формою здійснювали з огляду на те, що нейонізована форма має токсичність у 300–400 разів більшу, ніж йон амонію [7, 18, 19].

Вміст сполук амонію та нітратів визначали фотометричним методом за кольоровою реакцією з гіпохлоритним реактивом [7] та вимірюванням із допомогою йоноселективних електродів: амоній – ЕЛІС-121 NH_4^+ , нітрати – ЕЛІС-121 NO_3^- .

Для дослідження екологічної ситуації на найближчу перспективу, а саме йонів амонію NH_4^+ у воді водозбору м. Ланівці, здійснено прогноз ситуації згідно з теорією ланцюгів Маркова. Ця теорія дозволяє здійснювати прогнози чинника, враховуючи можливість випадкових впливів на середовище, та досліджувати найбільшу ймовірність перебування чинника в певному числовому параметрі [10]. Розрахунки здійснені в програмному забезпеченні Matlab.

Дослідження проводили на основі прісноводної гідроекосистеми річки Ріка Закарпатської області.

Річка Ріка. Для дослідження вмісту Си у воді відбирали зразки в 3-х різних місцях річки Ріка: 1 – біля джерела мінеральної води; 2 – біля автодороги; 3 – біля Тербля-Ріцької ГЕС (рис. 2).

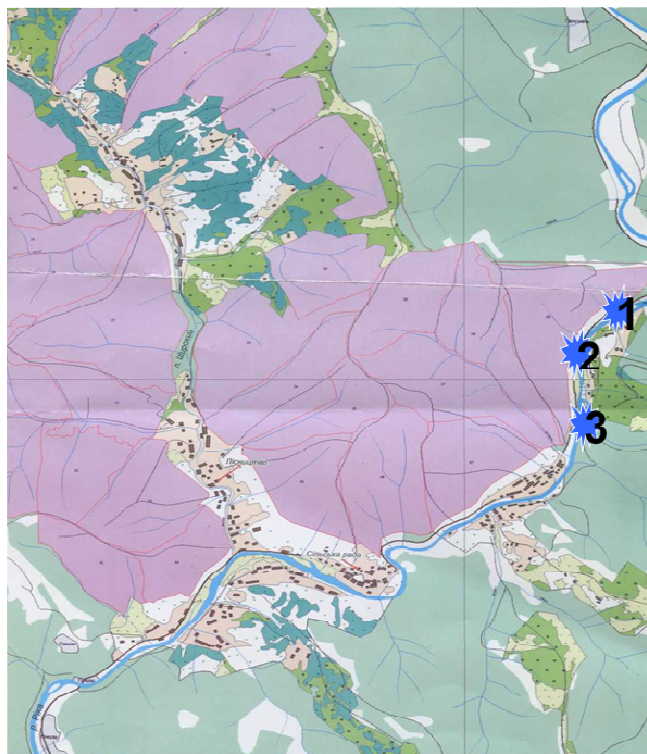


Рис. 2. Точки відбору води на р. Ріка.

Воду відбирали з поверхневого горизонту ріки. Розчинні форми металу визначали таким чином. Нітратні розчини використовували для визначення вмісту важких металів, яке здійснювали методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 при відповідних довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів. Визначення вмісту міді проводили при довжині хвилі 324,7 нм, ширині щілини 0,4 з чутливістю 1 і з інтенсивністю 100 [13]. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали за методом [6]. Концентрацію металу виражали в мг на 1 кг сухої маси досліджуваних зразків.

Одержані результати опрацьовували статистично за загальноприйнятими методиками [9].

Результати досліджень та їх обговорення

Еколого-математичне моделювання. Для прогнозування досліджень природничого та соціально-економічного характеру можливе застосування методики на основі теорії ланцюгів Маркова. Ця методика цікава тим, що дає змогу вивчати середовища, які мають стохастичний характер динамічних змін.

У роботах українських та зарубіжних учених майже не приділялась увага методу прогнозування економічних, соціальних, екологічних процесів, досліджень природничого характеру із застосуванням методики на основі теорії ланцюгів Маркова з дискретними станами.

Випадковий процес, що протікає в системі S , називається марківським процесом, якщо для кожного моменту часу t_0 ймовірність будь-якого стану системи в майбутньому (при $t > t_0$) залежить тільки від її стану в теперішньому часі (при $t = t_0$) і не залежить від того, коли і як система прийшла в цей стан. Іншими словами, у марківському випадковому процесі майбутній стан системи залежить від теперішнього часу і не залежить від «передісторії» процесу. Найбільший інтерес для економічного прогнозування становить марківський випадковий процес (ланцюги Маркова) із дискретними станами. Будемо вважати, що для кожного стану системи відомі ймовірності переходу в інший стан за один крок. Позначимо через p_{ij} ймовірність переходу системи S зі стану i в стан j за проміжок часу від t_0 до t . Нехай система S має n можливих станів S_1, S_2, \dots, S_n . Запишемо перехідні ймовірності p_{ij} у вигляді матриці переходу $|p_{ij}|$:

$$\|p_{ij}\| = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{1j} \\ p_{21} & p_{22} & p_{2j} \\ p_{n1} & p_{n2} & p_{nj} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Сума всіх елементів кожного рядка матриці дорівнює 1, тобто

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1 \quad (2),$$

оскільки за інтервал часу t ланцюг Маркова зі стану i обов'язково перейде в один із допустимих станів j .

Квадратна матриця $\|p_{ij}\|$ називається стохастичною, оскільки всі її елементи не від'ємні, а сума всіх елементів кожного рядка матриці дорівнює одиниці. Щоб повністю задати марковський ланцюг, необхідно, крім матриці перехідних ймовірностей, мати вектор початкового стану системи p_i . Вектор-рядок p_i називається ймовірнісним вектором. Очевидно, що всі елементи вектора невід'ємні, а сума елементів дорівнює одиниці, тобто

$$\sum_{j=1}^n p_{ij}(t_0) = 1 \quad (3)$$

Початковий стан системи можна задати за допомогою ймовірнісного вектора-рядка, один із елементів якого дорівнює 1, а всі інші елементи рівні 0.

Доказано, що вектор ймовірностей ланцюга Маркова в момент t дорівнює добутку вектора ймовірностей в початковий момент t_0 на матрицю переходу [10], тобто

$$p(t) = p(t_0) * \|p_{ij}\| \quad (4).$$

Українські науковці в гідроекологічних дослідженнях використовують численні математичні методи моделювання і прогнозування [4], але дослідження із застосуванням нових методик математичного апарату є надзвичайно перспективними. Нами було досліджено динаміку йонів амонію у водозборі м. Ланівці Тернопільського регіону (табл. 1).

Таблиця 1

Гідрохімічні показники води водозбору м. Ланівці в різних точках відбору ($M \pm m$; $n=5$)

Дата	Ділянка відбору	рН		NH ₄ ⁺ , мг/л	
		1 вимір (22.07)	2 вимір (07.09)	1 вимір (22.07)	2 вимір (07.09)
22.07	I	7,03±0,05	7,52±0,05	2,01±1,90	2,33±0,1
	II	7,15±0,01	7,54±0,01	2,11±0,05	2,66±0,61
07.09	III	6,88±0,02	7,30±0,03	1,22±0,08	1,53±0,04
	IV	7,27±0,02	7,53±0,04	1,97±0,05	2,66±0,06

Згідно отриманих даних видно (табл. 1), що у воді відбулася активна амоніфікація, що може бути результатом розкладання органічних речовин, які привносяться водним горизонтом та осіли впродовж зимового періоду і піддалися окисленню. Визначено, що існує пряма кореляційна залежність між досліджуваними показниками, а саме: із зростанням вмісту йонів амонію NH₄⁺ зростає кислотність (рН), при зниженні вмісту йонів амонію NH₄⁺ знижується кислотність (рН).

Здійснено моделювання та прогнозування майбутніх станів системи на основі теорії ланцюгів Маркова.

Тобто концентрація йонів амонію може перебувати в різних ймовірних станах. Побудуємо матрицю цих станів:

[2.33 2.66 1.53 2.66; 2.01 2.11 1.22 1.97; 2.66 1.53 2.66 2.33; 1.53 2.66 2.33 2.66; 2.11 1.22 1.97 2.01; 1.22 1.97 2.01 2.11; 1.97 2.01 2.11 1.22].

Будемо вважати, що в початковий момент часу система (вміст йонів амонію NH₄⁺) буде знаходитися в стані S₀ (достатньо високий вміст йонів амонію NH₄⁺ у воді). Імовірність стану

концентрації вмісту йонів амонію NH_4^+ $p_{(0)}=1$ будемо вважати тоді, коли найнижчий показник амонію сягне 1.53. У ході прогнозування запишемо вектор початкових станів $p_{(0)}=(0;0; 1;0)$, за умови, що за найнижчого вмісту йонів амонію NH_4^+ знижується кислотність (рН).

Тепер здійснимо прогноз вмісту йонів амонію NH_4^+ з умовою, що концентрація у середовищі за оптимального варіанту – показник 1.53.

Моделювання проведемо в програмному середовищі Matlab, лістинг проведених розрахунків у програмі представляємо у праці [11].

```
>> A=[2.33 2.66 1.53 2.66; 2.01 2.11 1.22 1.97; 2.66 2.33 1.53 2.66; 2.11 1.22 1.97 2.01]
```

```
A =
    2.3300    2.6600    1.5300    2.6600
    2.0100    2.1100    1.2200    1.9700
    2.6600    2.3300    1.5300    2.6600
    2.1100    1.2200    1.9700    2.0100
```

```
>>
>> p1=[0 0 1 0]
```

```
p1 =
    0    0    1    0
```

```
>> p2=[p1*A]
```

```
p2 =
    2.6600    2.3300    1.5300    2.6600
```

Подаємо таблицю результатів проведеного моделювання (табл. 2).

Таблиця 2

Результати проведеного моделювання вмісту йонів амонію NH_4^+ у досліджуваному середовищі

Ймовірнісні переходи системи	Ймовірність показників NH_4^+ при можливому зниженні концентрації			
	P_1	P_2	P_3	P_4
K=1	2.6600	2.3300	1.5300	2.6600
K=2	20.5635	18.8020	14.4935	21.0821
K=3	168.7409	153.8611	118.1074	172.6666
K=4	1.3809	1.2593	0.9667	1.4132
K=5	1.1302	1.0307	0.7912	1.1566
K=6	9.2503	8.4358	6.4758	9.4663

Аналізуючи дані з проведеного моделювання, за умови вмісту йонів амонію NH_4^+ у водоймі встановлено, що у випадку зростання вмісту йонів амонію NH_4^+ , зростає кислотність рН, а за зниження вмісту йонів амонію NH_4^+ – знижується кислотність (рН). Отже, представлені результати моделювання доводять, що найнижча концентрація йонів амонію NH_4^+ можлива на п'ятому ймовірнісному етапі досліджень від початку замірів з показниками: 1.1302; 1.0307; 0.7912; 1.1566. За такого співвідношення вмісту амонію NH_4^+ показник рН буде в концентрації $7,30 \pm 0,03$ (вода є слабколужною, що сприяє перебуванню вуглекислоти у формі гідрокарбонат-йону, забезпечуючи екологічно прийнятний газовий режим води), оскільки саме на цьому етапі досліджень концентрація амонію є найнижчою [4, 11].

Оцінка взаємозв'язку концентрацій міді та водневого показника середовища. Кореляційний аналіз концентрації важких металів у воді та рівня водневого показника середовища.

Щоб визначити залежність між досліджуваними об'єктами, використано метод кореляційного аналізу і метод парної кореляції за допомогою коефіцієнта Пірсона, який виглядає так:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Ми проводили кореляційний аналіз протягом року, поділивши рік на два сезони: перший сезон (весна-літо) і другий сезон (осінь-зима). x_i – концентрація Cu, y_i – показник рН води.

ГІДРОБІОЛОГІЯ

Значення коефіцієнта Пірсона для досліджуваного нами металу та водневого показника середовища подано у таблиці (табл. 3, 4).

Таблиця 3

Кореляційна залежність між концентрацією міді та водневим показником води протягом весняно-літнього сезону

	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Середнє
Коефіцієнт Пірсона	0.8	0.8	0.9	0.9	0.5	0.9	0,8

Таблиця 4

Кореляційна залежність між концентрацією міді та водневим показником води протягом осінньо-зимового сезону

	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Середнє
Коефіцієнт Пірсона	0.9	0.8	0.9	0.8	0.6	0.6	0,8

Кореляційний аналіз свідчить про сильний взаємозв'язок між концентрацією міді і водневим показником води (коефіцієнт кореляції у середньому 0,8 у двох сезонах).

Прогнозна математична модель залежності концентрації міді у воді та рівня водневого показника середовища.

Створено прогнозу математичну модель залежності концентрації міді від водневого показника води у весняно-літньому сезоні. Для того, щоб створити прогнозу математичну модель, перш за все необхідно побудувати графік кореляційної залежності. Зведено досліджувані дані в таблицю (табл. 5). Згодом відклали точки на кореляційному полі і у нас вийшла лінійна регресія (рис. 3.).

Таблиця 5

Залежність концентрації міді від водневого показника води у весняно-літньому сезоні

	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень
X (Концентрація Cu)	0,035	0,004	0,00333	0,003	0,00333	0,00233
Y (pH)	7,9	8,3	8,9	7,9	8,4	7,4

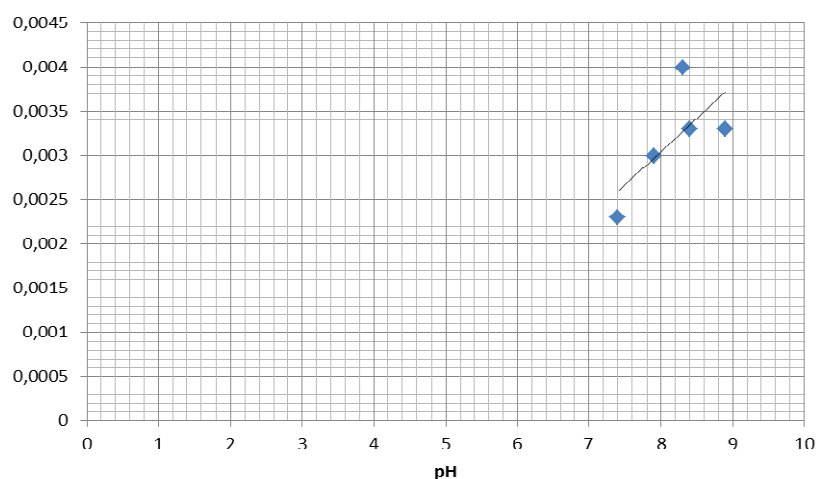


Рис. 3. Кореляційне поле досліджуваних явищ (рН і концентрація міді) весняно-літнього сезону.

Далі, щоб отримати прогнозу модель, було використано метод найменших квадратів. Рівняння виглядає так:

$$\begin{cases} \Sigma y = k\Sigma x + bn \\ \Sigma xy = k\Sigma x^2 + b\Sigma x \end{cases}$$

Із досліджуваних явищ було складено таблицю (табл. 6), яка необхідна для розв'язання рівняння регресії.

Таблиця 6

Статистична таблиця дослідження

x	y	xy	X ²
0,035	7,9	0,2765	0,001225
0,004	8,3	0,0332	0,000016
0,00333	8,9	0,029637	0,000011
0,003	7,9	0,0237	0,000009
0,00333	8,4	0,027972	0,000011
0,00233	7,4	0,017242	0,000054
0,05099	48,8	0,408251	0,0012774

$$\begin{cases} 48,8 = 0,05099k + 6b \\ 0,408251 = 0,0012774k + 0,05099b \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = \frac{48,8 - 0,05099k}{6} = 8,133 - 0,0084983k \\ 0,408251 = 0,0012774k + 0,05099(8,133 - 0,0084983k) \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = 8,133 - 0,0084983k \\ 0,408251 = 0,0012774k + 0,4145487 - 0,0004333k \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = 8,133 - 0,0084983k \\ k = \frac{0,408251 - 0,4145487}{0,0008441} = 7,46 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = 8,0666 \\ k = 7,46 \end{cases}$$

Виходячи з розв'язаного рівняння, прогнозна математична модель залежності концентрації міді від водневого показника виглядає таким чином:

$$y = 7.46x - 8.0666$$

Згодом було обчислено кореляційну залежність між концентрацією міді у воді і водневим показником аналогічно для осінньо-зимового сезону. Перш за все було побудовано графік кореляційної залежності. Зводимо досліджувані дані в таблицю (табл. 7).

Таблиця 7

Залежність концентрації міді від водневого показника води в осінньо-зимовому сезоні

	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий
X (Концентрація Cu)	0,003	0,005	0,00333	0,0026	0,001	0,001
Y (pH)	8,5	8,1	8,0	8,2	7,9	8,1

Використовуючи дані, наведені в таблиці (табл. 7), будуємо графік кореляційної залежності концентрації міді в осінньо-зимовий сезон від водневого показника середовища (рис. 4). Відклавши точки на кореляційному полі, подаємо лінійну регресію.

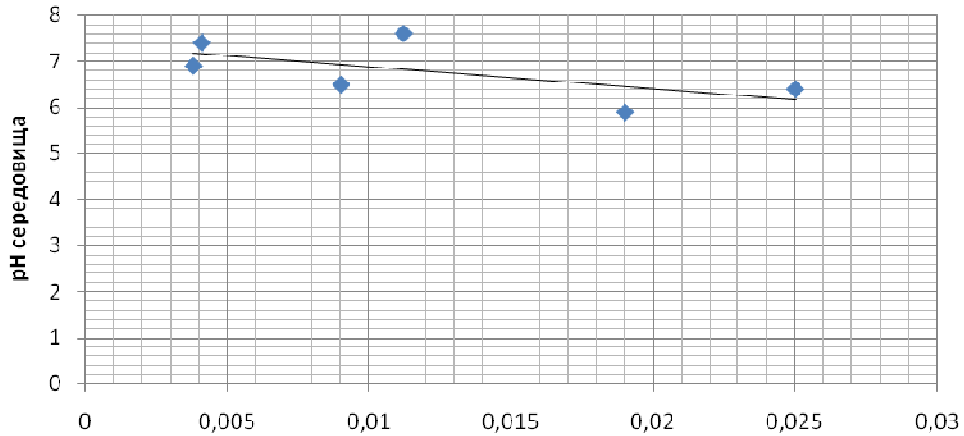


Рис.4. Кореляційне поле досліджуваних явищ (рН і концентрація міді) осінньо-зимового сезону

Щоб отримати прогнозу модель, ми використали метод найменших квадратів. Подаємо рівняння:

$$\begin{cases} \sum y = k \sum x + bn \\ \sum xy = k \sum x^2 + b \sum x \end{cases}$$

Із досліджуваних явищ було складено таблицю (табл. 8), яка необхідна для розв’язання рівняння регресії.

Таблиця 8

Статистична таблиця дослідження

x	y	xy	X ²
0,0033	8,5	0,028	0,00001
0,005	8,1	0,04	0,000025
0,0033	8,0	0,0264	0,00001
0,0026	8,2	0,022132	0,00000676
0,001	7,9	0,0079	0,000001
0,001	8,1	0,0081	0,000001
0,0162	48,8	0,132532	0,00005376

$$\begin{cases} 48,8 = 0,0162k + 6b \\ 0,132532 = 0,00005376 + 0,0162k \\ b = \frac{48,8 - 0,0162k + 6b}{6} = 8,133 - 0,0027k \\ 0,132532 = 0,00005376 + 0,0162k \\ b = 8,133 - 0,0027k \\ 0,132532 = 0,00005376k + 0,1317546 - 0,00004374k \\ b = 8,133 - 0,0027k \\ k = \frac{0,132532 - 0,1317546}{0,00009674} = 8,03 \\ b = 8,111319 \\ k = 8,03 \end{cases}$$

Виходячи з розв’язаного рівняння, прогнозна математична модель залежності концентрації міді від водневого показника води виглядає так:

$$y = 8,03x - 8,11319$$

Доведено, що ця залежність є прямо пропорційна. Використання цієї прогнозної моделі дає нам можливість визначати приблизну концентрацію досліджуваного металу залежно від зміни водневого показника без додаткових досліджень.

Висновки

Було здійснено моделювання та прогнозування майбутніх станів водозабору м. Ланівці на основі теорії ланцюгів Маркова. Представлені результати доводять, що найнижча концентрація йонів амонію NH_4^+ можлива на п'ятому ймовірнісному етапі досліджень від початку замірів з показниками: 1.1302; 1.0307; 0.7912; 1.1566. У такому співвідношенні вмісту амонію NH_4^+ показник рН буде в концентрації $7,30 \pm 0,03$ (вода є слабколужною, що сприяє перебуванню вуглекислоти у формі гідрокарбонат-йону, забезпечуючи екологічно прийнятний газовий режим води), оскільки саме на цьому етапі досліджень концентрація амонію є найнижчою.

На основі екологічної системи річки Ріка Закарпатської області створено прогнозні математичні моделі динаміки водневого показника та концентрації міді у воді на наступні періоди, а також обраховано кореляційні залежності та прогнозні математичні моделі взаємозв'язку міді від водневого показника середовища протягом року. Кореляційний аналіз свідчить про сильний взаємозв'язок між концентрацією міді і водневим показником води (коефіцієнт кореляції в середньому 0,8 у двох сезонах). Ця залежність є прямо пропорційна. Використання цієї прогнозної моделі дає нам можливість визначати приблизну концентрацію досліджуваного металу залежно від зміни водневого показника без додаткових досліджень.

1. Вовк В. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах. Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. 584 с.
2. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 26 травня – 1 червня 2022 року. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. 2022. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39252.html> (дата звернення: 06.10.2023).
3. Джигирей В. Екологія та охорона навколишнього середовища. Київ : Знання, 2000. 203 с.
4. Екосистема зарегульованої водойми в умовах урбонавантаження: на прикладі Тернопільського водосховища / Грубінко В. та ін. Тернопіль : Вектор, 2013. 201 с.
5. Загвойська Л. Моделювання еколого-економічних систем: досягнення і проблеми. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. 2014. Вип. 51. С. 130–135.
6. Лаврик В. І. Методи математичного моделювання в екології : навч. посіб. для студ. екол. і біол. вищ. навч. закл. / В. І. Лаврик. Київ : Вид. дім «КМ АКадемія», 2002. 203 с.
7. Магарламов Г., Заикин А., Беляева Л. Прямой фенол-гипохлоритный метод определения глутаминазной активности. *Украинский биохимический журнал*. 1979. 51 (5). С. 549–551.
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. / Арсан О. та ін. Київ : Логос, 2006. 406 с.
9. Осадча Ю. Математичні методи в біології : навч. посіб. Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2017. 601 с.
10. Рогатинський П., Гарматій Н. Математичні методи ринкової економіки для спеціалістів-кібернетиків. Тернопіль : Астон, 2015. 206 с.
11. Рогатинський П., Гарматій Н., Гуменюк Г. Модель оцінювання рівня комплексного використання та охорони водних ресурсів у гідроекосистемах з використанням теорії нечіткої логіки (на прикладі р. Збруч, Тернопільська обл., Україна). *Форум молодих економістів-кібернетиків: Міжнародна науково-методична конференція*. 2017. С. 90–93.
12. Романенко В. Основи гідроекології: підруч. для студ. еколог. і біолог. спец. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
13. Arsan O. M., Davydov O. A., Diachenko T. M. Hydroecological research methods of surface waters. Kyiv : Lohos, 2006.
14. Dang T., Cochrane T., Arias M., Tri V. Future hydrological alterations in the Mekong Delta under the impact of water resources development, land subsidence and sea level rise. *Journal of Hydrology. Regional Studies*. 2018. 15:119–133. DOI: 10.1016/J.EJRH.2017.12.002.
15. Funtowicz O., Ravetz J. A new scientific methodology for global environmental issues Ecological economics. *The science and management of sustainability*. 1991. 10:137–152.
16. Minderhoud P. et al. Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. *Environmental Research Letters*. 2017. 12(6):1–13. DOI: 10.1088/1748-9326/aa7146.

17. Scanlon B. et al. Global evaluation of new GRACE mascon products for hydrologic applications. *Water Resources Research*. 2016. 52: 9412–9429. DOI: 10.1002/2016WR019494.
18. Thurston R., Russo R. C., Smith C. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. *Transactions of the American Fisheries Society*. 1978. 107(3): 361–368.
19. Thurston R., Russo R., Vinogradov G. Ammonia toxicity. Effect of pH on the toxicity of the un-ionized ammonia species. *Environmental Science & Technology*. 1981. 15(5): 837–840.
20. Wada Y. et al. Modelling global water use for the 21st century. The Water Futures and Solutions (WFA) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development*. 2016. 9:175–222. DOI: 10.5194/gmdd-8-6417-2015.
21. Waetzold F., Drechsler M., Armstrong C. Ecological-Economic Modeling for Biodiversity Management: Potential, Pitfalls and Prospects. *Conservation Biology*. 2006. 20(4):1034–1041.

References

1. Vovk V. Matematychni metody doslidzhennia operatsii v ekonomiko-vyrobnychkh systemakh. Lviv : Vydavnychiy tsentr LNU im. Ivana Franka, 2006. 584 s. [in Ukrainian]
2. Daydzhest kluchovykh naslidkiv rosiyskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 26 travnia – 1 chervnia 2022 roku. Ofitsiyniy sayt Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv. 2022. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39252.html> (data zvernennia: 06.10.2023). [in Ukrainian]
3. Dzhyhyrei V. Ekolohiia ta okhrona navkolyshnoho seredovyshcha. Kyiv : Znannia, 2000. 203 s. [in Ukrainian]
4. Ekosystema zarehulovanoi vodoimy v umovakh urbonavantazhennia: na prykladi Ternopil'skoho vodoshkhyvshcha / Hrubinko V. ta in. Ternopil : Vektor, 2013. 201 s. [in Ukrainian]
5. Zahvoiska L. Modeliuvannia ekoloho-ekonomichnykh system: dosiahnennia i problemy. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya ekonomichna*. 2014. Vyp. 51. S. 130–135. [in Ukrainian]
6. Lavryk V. I. Metody matematychnoho modeliuvannia v ekolohii : navch. posib. dlia stud. ekol. i biol. vyshch. navch. zakl. / V. I. Lavryk. Kyiv : Vyd. dim «KM Akademiia», 2002. 203 s. [in Ukrainian]
7. Magarlamov G., Zaikin A., Beliaeva L. Priamoi fenol-gipokhloritnyi metod opredeleniia glutaminaznoi aktivnosti. *Ukrainskii biokhimicheskii zhurnal*. 1979. 51(5). S. 549–551. [in Russian]
8. Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevnykh vod. / Arsan O. ta in. Kyiv : Lohos, 2006. 406 s. [in Ukrainian]
9. Osadcha Yu. Matematychni metody v biologii : navch. posib. Kyiv : Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, 2017. 601 s. [in Ukrainian]
10. Rohatynskiy R., Harmatii N. Matematychni metody rynkovoi ekonomiky dlia spetsialistiv-kibernetiky. Ternopil : Aston, 2015. 206 s. [in Ukrainian]
11. Rohatynskiy R., Harmatii N., Humeniuk H. Model otsiniuvannia rivnia kompleksnoho vykorystannia ta okhrony vodnykh resursiv u hidroekosystemakh z vykorystanniam teorii nechitkoi lohiky (na prykladi r. Zbruch, Ternopil'ska obl., Ukraina). *Forum molodykh ekonomistiv-kibernetiky: Mizhnarodna naukovo-metodychna konferentsiia*. 2017. S. 90–93. [in Ukrainian]
12. Romanenko V. Osnovy hidroekolohii: pidruch. dlia stud. ekoloh. i biolog. spets. Kyiv : Oberehy, 2001. 728 s. [in Ukrainian]
13. Arsan O. M., Davydov O. A., Diachenko T. M. Hydroecological research methods of surface waters. Kyiv : Lohos, 2006.
14. Dang T., Cochrane T., Arias M., Tri V. Future hydrological alterations in the Mekong Delta under the impact of water resources development, land subsidence and sea level rise. *Journal of Hydrology. Regional Studies*. 2018. 15:119–133. DOI: 10.1016/J.EJRH.2017.12.002.
15. Funtowicz O., Ravetz J. A new scientific methodology for global environmental issues Ecological economics. *The science and management of sustainability*. 1991. 10:137–152.
16. Minderhoud P. et al. Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. *Environmental Research Letters*. 2017. 12(6):1–13. DOI: 10.1088/1748-9326/aa7146.
17. Scanlon B. et al. Global evaluation of new GRACE mascon products for hydrologic applications. *Water Resources Research*. 2016. 52: 9412–9429. DOI: 10.1002/2016WR019494.
18. Thurston R., Russo R. C., Smith C. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. *Transactions of the American Fisheries Society*. 1978. 107(3): 361–368.
19. Thurston R., Russo R., Vinogradov G. Ammonia toxicity. Effect of pH on the toxicity of the un-ionized ammonia species. *Environmental Science & Technology*. 1981. 15(5): 837–840.
20. Wada Y. et al. Modelling global water use for the 21st century. The Water Futures and Solutions (WFA) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development*. 2016. 9:175–222. DOI: 10.5194/gmdd-8-6417-2015.

21. Waetzold F., Drechsler M., Armstrong C. Ecological-Economic Modeling for Biodiversity Management: Potential, Pitfalls and Prospects. *Conservation Biology*. 2006. 20(4):1034–1041.

¹H. B. Humeniuk, ²N. M. Harmatii, ¹B. B. Sokil, ¹V. O. Khomenchuk, ¹V. V. Hrubinko,
¹O. B. Masiuk, ¹R. L. Yavorivskyi, ¹O. S. Voloshyn

¹Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

²Ternopil National Technical University, Ukraine

MODELING THE DYNAMICS OF COMPONENTS OF FRESHWATER HYDROECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF THE RIVER RIKA IN THE TRANSCARPATHIAN REGION AND THE WATER INTAKE OF LANIVTSI IN THE TERNOPIL REGION)

The state of the national economy resulting from the war with the Russian Federation, apart from economic losses, has led to significant ecological catastrophes in hydro ecosystems. For contemporary researchers in the field of environmental and hydroecological system studies in Ukraine, new challenges have arisen in conducting research in the face of external threats. Therefore, the use of modern research methods with mathematical tools allows for the prediction of quantitative and qualitative characteristics of the studied environmental objects. The application of modern economic-mathematical modeling tools has allowed for the forecasting of the content of ammonia in water bodies of the Ternopil region for continuous monitoring and improvement of the situation, as well as the reduction of harmful substances in the water supply of the town of Lanivtsi.

The data from the conducted modeling have been analyzed under the condition of the content of ammonium ions NH_4^+ in the water body: as the content of ammonium ions NH_4^+ increases, the acidity (pH) also increases, and when the content of ammonium ions NH_4^+ decreases, the acidity (pH) decreases. The presented results of modeling demonstrate that the lowest concentration of ammonium ions NH_4^+ is possible at the fifth probabilistic stage of research from the beginning of measurements with indicators: 1.1302; 1.0307; 0.7912; 1.1566. In this context, in such a ratio of ammonium NH_4^+ content, the pH value will be in the range of 7.30 ± 0.03 (the water is weakly alkaline, promoting the presence of carbonic acid in the form of bicarbonate ions, ensuring an environmentally acceptable gas regime in the water), since it is at this stage of research that the concentration of ammonium is the lowest. The use of the methodology of economic-mathematical modeling based on the theory of Markov chains has allowed determining the probability of forecast values of ammonium NH_4^+ ion content and hydrogen indicator (pH) of the studied water body for the nearest periods. The use of modern modeling and prediction methods based on the theory of Markov chains allows for the prediction, continuous monitoring, and adjustment of the environmental state of the studied object when the components in the studied water body change.

A forecast of the concentration of copper in water and the dynamics of the hydrogen indicator for the next year was made, as well as a correlation between the concentration of copper in water and the hydrogen indicator of the environment was established using the example of the Rika River in the Transcarpathian region during the year. The identified features can be used in the development of recommendations for assessing the level of toxicity and methods of biomonitoring of hydroecosystems.

Key words: accumulation of nitrogen, phosphorus and metal compounds, monitoring, anthropogenic impact, ecological status, water quality forecasting.

Надійшла 02.11.2023.

ЕКОЛОГІЯ

УДК 582.998.1: 581.9: 581.522.5

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.6

Х. М. КОЛІСНИК, М. З. ПРОКОП'ЯК, Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБИК

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

ХОРОЛОГІЯ ТА БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДІВ РОДУ *CARLINA* L. ФЛОРИ УКРАЇНИ

У статті розглянуто біологічні та екологічні особливості рослин роду *Carlina* L. як потенційного джерела біологічно активних речовин для фармацевтичної промисловості. Відзначено необхідність розробки технології збереження та відновлення популяції рослин *Carlina acaulis* L., *Carlina cirsioides* Klok. та *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. Підсумовано, що значення рослин роду *Carlina* полягає у цінності як лікарської, так і декоративної культури. Наведено перелік основних локалітетів зростання цих видів, а також наголошено на необхідності їх охорони в кожному місці росту. Зазначено, що види *C. onopordifolia* та *C. cirsioides* занесені до третього видання Червоної книги України (2009), а *C. acaulis* є регіонально-рідкісним видом, який занесено до Європейського червоного списку. З'ясовано, що ареал *C. cirsioides* охоплює Волино-Подільську височину та південну частину Полісся, а *C. onopordifolia* зростає переважно на Подільській височині. Вид *C. acaulis* відзначений майже в усіх рослинних угрупованнях Українських Карпат. Показано, що внаслідок дії антропогенних факторів (масове заростання ділянок різнотрав'ям і чагарниками, скошування у період квітання, зривання як лікарської рослини тощо) відбувається скорочення ареалу видів роду *Carlina*. Проаналізовано еколого-ценотичні умови зростання видів роду *Carlina*. Визначено, що *C. onopordifolia* та *C. acaulis* належать до світлолюбних рослин, а *C. cirsioides* є тіньовитривалим видом, що росте в розріджених лісах, на галявинах. З'ясовано, що за типами феноритмів досліджувані види належать до групи літньо-осінніх зелених видів, за тривалістю вегетації – до триваловегетуючих.

Описано морфологічні особливості видів *C. onopordifolia*, *C. acaulis* та *C. cirsioides*. Досліджувані види є багаторічними трав'янистими рослинами з потужним стрижневим коренем, які мають вигляд розпростертої розетки колючих листків з кошиком всередині. Вказано, що здатність до генеративного розмноження є важливим показником життєвого стану рослин *ex situ*. Зазначено, що види *C. onopordifolia*, *C. acaulis* та *C. cirsioides* розмножуються високожиттєздатним насінням, яке не має періоду спокою. Досліджено особливості коливання схожості насіння упродовж року: найвищі показники проростання зафіксовано у ранньовесняні та осінні місяці, а значно нижчі – у літні та зимові. Встановлено, що відсоток схожості насіння в умовах *in vitro* був максимальним у жовтні (*C. onopordifolia* – 98,2 %, *C. cirsioides* – 91,5 % та *C. acaulis* – 85,9 %), а мінімальним у липні (*C. onopordifolia* – 89,9 %, *C. cirsioides* – 85,8 % та *C. acaulis* – 80,2 %). Дослідженнями біологічних та екологічних особливостей росту й розвитку видів роду *Carlina ex situ* підтверджено їх широку еколого-фітоценотичну амплітуду та обґрунтовано доцільність культивування *in vitro*.

Ключові слова: рід *Carlina* L., рідкісні види, біоекологічні особливості, хорологія, еколого-ценотичні умови.

Нині великою популярністю і попитом користуються лікарські засоби, які виготовлені з рослинної сировини, оскільки й надалі залишаються одним з основних джерел одержання дієвих засобів як для лікування, так і для профілактики захворювань різних систем. Фітозасоби сприяють збагаченню резервів організму, підвищують його резистентність. Їх використовують у комплексній терапії при різних захворюваннях [1]. Попит на лікарські засоби природного походження веде до пошуку нових рослин із певним спектром фармакологічної дії. Пошук, дослідження та впровадження в практику нових видів лікарських рослин для виробництва фармацевтичних препаратів на їх основі є однією з актуальних проблем сьогодення. Заготівля лікарської рослинної сировини (ЛРС) із дикорослих рослин призводить до виснаження їх запасів, а особливо в регіонах з великою щільністю населення. Актуальним і перспективним напрямком фармацевтичної та біотехнологічної наук є ретельне дослідження та ідентифікація біологічно активних речовин (БАР) у рослинах. За даними літературних джерел, рослини роду *Carlina* містять комплекс біологічно активних речовин: дубильні й смолисті речовини, інулін (12–18 %), барвники, ефірну олію (1–2 %) та цукор [11, 26]. Листки містять флавоноїди: 7-глікозид апігенін, орієнтин, гомоорієнтин, вітексин [16]. Завдяки наявності в рослинах видів роду *Carlina* БАР із різноманітною фармакологічною дією, засоби на основі цієї ЛРС можна використовувати для лікування багатьох захворювань. Наприклад, ЛРС відкасників застосовують при бронхітах, простудних захворюваннях сечових органів і нирок, як відхаркувальний, проносний, потогінний, бактерицидний засіб, для збільшення апетиту тощо [26].

Одним із шляхів збереження лікарських рослин й ефективним способом отримання біотехнологічної ЛРС є введення їх в культуру *in vitro*. Це дозволяє зменшити навантаження на природні запаси лікарських рослин й інколи повністю задовольнити потребу в тому чи іншому виді лікарської рослинної сировини. Важливим завданням є дослідження можливості збереження цих видів в культурі *in vitro* [17].

Враховуючи вище зазначене, метою нашої роботи було вивчення поширення, біологічних та екологічних особливостей видів роду *Carlina in situ* для подальшої розробки технології збереження їх в умовах *in vitro*.

Матеріали та методи досліджень

При геоботанічному дослідженні об'єктів здійснювали описи за загальноприйнятими методиками [21, 23, 29, 35]. Для хорологічного аналізу рідкісних видів та їх біоекологічних особливостей було критично опрацьовано літературні дані [4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 21, 23, 29, 30, 32].

Для введення в культуру *in vitro* було зібрано насіння із місцезростань *Carlina cirsioides* Клок. та *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. (г. Голиця, с. Гутисько, Бережанський район, Тернопільська область, 295 м н. р. м.), а також *Carlina acaulis* L. (с. Лазещина, Рахівський район, Закарпатська область, 714 м н. р. м.).

Простерилізоване насіння висаджували у стерильні чашки Петрі на агаризоване живильне середовище Мурасіге, Скуга (МС) [36] з половинним вмістом макро- та мікросолей (МС/2) без регуляторів росту. Пророщували його за освітлення 2000 лк та температури +20 – +22 °С, вологості 80 %.

Результати досліджень та їх обговорення

Територія України має сприятливі кліматичні умови для дикорослих видів флори [28]. Дослідження реліктових та ендемічних видів рослин, які є частиною безцінного генофонду природної флори, мають наукову й практичну цінність. До них належать відкасник безстебловий (*C. acaulis*), який занесено до Європейського червоного списку, відкасник осотоподібний (*C. cirsioides*), відкасник татарниколистий (*C. onopordifolia*) [11].

C. onopordifolia – рідкісний, реліктовий вид, занесений до Червоних книг України, Польщі, Європейського Червоного списку МСОП і додатку I Бернської конвенції [2, 3, 4, 13, 14, 31, 37], є одним з найцінніших видів європейської флори. Південно-малопольсько-подільський ендемік в ізольованих локалітетах строго охороняється в Польщі та Україні, де

вид знаходиться під загрозою зникнення. Загалом відомо 12 місцезнаходжень *C. onopordifolia* в Україні [13] та 5–7 – у Польщі, зокрема на Малопольській височині [7, 10, 13, 25]. В Україні місцезростаннями виду є Поділля – Гологоро-Кременецький кряж, Опілля, Волинська височина. Місцезростання *C. onopordifolia* переважно знаходиться на територіях природоохоронних об'єктів із низьким статусом охорони, зокрема заказників, або поза межами природоохоронних територій [4]. Оскільки популяції виду на території Збарязького та Кременецького районів Тернопільської області ймовірно втрачені, тому велику цінність мають нововиявлені популяції відкасника татарникolistого на території Бережанського району. Вони потребують додаткового вивчення і створення умов щодо збереження, оскільки є частиною Регіональної екологічної мережі Тернопільської області. Проводиться постійний сезонний моніторинг за виявленими популяціями [19]. Охорони заслуговує кожне місцезнаходження виду, однак недостатня вивченість популяцій *C. onopordifolia* є перешкодою в справі охорони цього виду в Україні [7, 13, 32, 37].

Еколого-ценотичні умови південних, південно-західних і південно-східних схилів останцевих крейдових гір є сприятливими для зростання *C. onopordifolia*. Як зазначає Я. П. Дідух [4], цей облігатний кальцефіл тяжіє до серійних угруповань із *Inula ensifolia*, які з'явилися внаслідок ерозійної дигресії лучно-степових угруповань *Cariceta humilis*. Значно рідше *C. onopordifolia* є компонентом лучної формації *Brizeta mediae* [7].

Популяції *C. onopordifolia* охороняють у Львівській обл. – у ботанічній пам'ятці загальнодержавного значення Лиса гора та гора Сипуха, у ботанічних пам'ятках природи місцевого значення Біла гора, Жулицька, Стінка, Макітра; в Івано-Франківській обл. – у ботанічній пам'ятці природи загальнодержавного значення Чортова гора та ботанічній пам'ятці природи місцевого значення Великі Голди; у Тернопільській обл. – на території Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення [14, 20].

C. cirsioides – малопольсько-люблінсько-волиноподільсько-придніпровський, реліктовий, ендемічний, багаторічний полікарпічний вид, внесений до третього видання Червоної книги України та Європейського червоного списку [6, 10, 28, 29, 31]. Ростає в розріджених лісах, на сухих луках, остепнених схилах, на сонячних узліссях, галявинах, на свіжих, переважно карбонатних, ґрунтах. Ареал поширення охоплює частину Польщі та Україну, а саме Волино-Подільську височину та південну частину Полісся. *C. cirsioides* потребує охорони в кожному місцезнаходженні. Особливо це стосується нововиявленої популяції на горі Зарваниці [22].

Лучно-степові угруповання, до яких приурочені популяції *C. cirsioides*, є унікальними осередками зростання не лише цього виду, але й інших видів, занесених до Червоної книги України: *Adonis vernalis* L., *Astragalus onobrychis* L., *Crambe tataria* Sebeók, *Chamaecytisus blockianus* (Pawt.) Klask., *C. podolicus* (Blocki) Klaskova, *Trifolium rubens* L., *Thalictrum foetidum* L., *Stipa capillata* L., *S. majalis* Klokov, *S. pennata* L., *S. tirsia* Steven, *Iris hungarica* Waldst. et Kit.

C. acaulis – європейський рівнинно-субальпійський вид, поширений у горах Європи – Піренеях, Севеннах, Юрі, Альпах, Апеннінах, Балканах [5, 11, 15]. В Українських Карпатах цей вид відзначений майже в усіх рослинних угрупованнях – від середньо-гірськолісових до лучних формацій субальпійського поясу на висоті від 400 до 1800 м н. р. м. Характерний для Бескидів, Горган, Свидовця, Чорногори, Чивчин, Гринявських гір і Мармароського масиву. Трапляється поодинокі або у незначній кількості, групами по кілька особин або розсіяно по всій площі. Місцезростання – переважно сухі луки, гірські схили, лісові галявини в лісовому та субальпійському поясах (500–1500 м н. р. м.) [22].

Вид знаходиться під охороною та визнаний на території українських земель регіонально-рідкісним, а на території Польщі віднесений до польського червоного списку [37]. *C. acaulis* поширений у горах Центральної та Південної Європи, на Балканах, Болгарії, Середземномор'ї. Він росте на вапняках, скелястих схилах від 400 до 2800 м [34]. У межах ареалу відбувається зменшення кількості відомих місцезнаходжень унаслідок дії антропогенних факторів [21].

C. onopordifolia – монокарпічна рослина, належить до гемікриптофітів [17]. Коренева система – стрижнева, добре розвинений головний корінь і включає багаточисельні бокові корінці I і II порядку. Довжина головного кореня – 60–80 см. Стебло – нерозвинуте й непомітне, рослина представлена розпростертою розеткою прикореневих листків; у центрі

міститься один великий кошик. Листки сіро-зеленого кольору, жорсткі та черешкові, черешок при основі розширений, у півтора-три рази коротший за листову пластинку, формою від перистонадрізаних до перисторозсічених, еліптичні або довгасто-еліптичні, довжиною 6,5–30 см, шириною 3–9 см. Плід – сім'янка, довгастої форми, довжиною 4,5–7 мм, шириною 1,5–2,2 мм [22]. Рослина *C. onopordifolia* розмножується насінням. Продуктивність та життєздатність їх значною мірою залежить від погодних та інших умов, у яких вони формуються і досягають [17, 33].

Порівняно з іншими видами, у *C. onopordifolia* фаза відростання квітконосних пагонів не спостерігається. Їхнє цвітіння припадає на кінець липня, серпень і триває в середньому 40–50 днів. На цвітіння *C. onopordifolia* впливають мікрокліматичні умови, особливо світло і волога, які визначаються в основному характером рослинності та рельєфу [18]. До кінця вегетаційного періоду рослини встигають утворити стигле насіння, однак лише незначна його частина обсіпається у рік досягання (вересень-жовтень), більшість – навесні наступного року. Такі особливості ритміки сезонного розвитку розглядають як пристосувальну властивість, яка забезпечує надійне насіннєве розмноження і поновлення рослин у природних умовах [9].

У життєвому циклі рослин роду *Carlina* виділяються такі періоди: латентний, віргінільний (включає ювенільний, іматурний і власне віргінільний) та генеративний. Аналіз вікової структури досліджених популяцій із цього регіону показав, що більшість із них (9 із 11) є гомеостатичними із лівобічними спектрами онтогенетичних станів, що свідчить про відповідність ценотичних умов лучних степів, які покривають крейдові схили останцевих гір Західного Волино-Поділля і відповідають екологічним потребам *C. onopordifolia*.

C. cirsioides – багатоголовий стрижнекореневий трав'яний полікарпик гемікриптофіт [10]. Популяції малочисельні, але іноді займають площу до кількох десятків гектарів. Насіннєве поновлення задовільне, але насіннєва продуктивність порівняно низька через відсутність ефективного запилення. Зміна чисельності пов'язана з випалюванням, надмірним випасом, створенням кар'єрів тощо.

C. cirsioides зростають на дерново-карбонатних ґрунтах (Волино-Подільська височина), які утворюються на елювії вапняків, крейди, мергелю, карбонатній морені, на підвищеннях серед дерново-підзолистих ґрунтів [23].

Стебла поодинокі або по два, 15–50 см заввишки, прямостоячі, прості, кльочкувато-павутинисті, брудно-пурпурові, густо улиснені, з одним кошиком. Листки від пірчаторозсічених до пірчато-роздільних, 11–45 см завдовжки і 7–15 см завширшки, світло-зелені, черешкові, павутинисті з обох боків. Кошик діаметром 9–13 см; верхівкові листки підпирають кошик, з широкими черешками й розгалуженими колючками; зовнішні листочки обгортки сидячі, колючозагострені; віночки 11–13 мм завдовжки, жовтуваті. Сім'янки довгасті, темно-сірі, густоволосисті, на верхівці по краю з кільцем волосків, чубок 14–17 мм завдовжки [10].

Із літературних джерел відомо, що популяція *C. cirsioides* на степових ділянках урочища Касова гора (Івано-Франківська обл.) є гомеостатичною з автономним забезпеченням насіння, толерантною та стійкою, а кількість генеративних особин значно більша за кількість інших вікових груп. Популяція характеризується правостороннім спектром. Показники середньої щільності у ценопопуляціях *C. cirsioides* значно варіюють від $4,5 \pm 0,9$ до $8,0 \pm 1,3$ особини/м², що пов'язано, насамперед, зі ступенем антропогенного впливу на природні екосистеми з показниками загального проективного покриття рослинного покриву. Співвідношення особин прегенеративної фракції і рослин у генеративному стані свідчить про сприятливі умови для подальшого розвитку і самопідтримання популяції у ценозі [23].

C. cirsioides – оригінальний декоративний вид, який може бути окрасою кам'янистих садів, гірок, рокаріїв [25]. Вегетація *C. cirsioides* розпочинається у травні-червні. Фаза бутонізації у *C. cirsioides* триває довго (1,5–2 місяці); це пов'язано із тим, що між відростанням квітконосних пагонів і власне бутонізацією є проміжна фаза – формування кошиків [8]. Для *C. cirsioides* фаза досягання плодів спостерігається у вересні-жовтні. Слід зазначити, що після цвітіння плоди не зав'язуються. Як і для *C. onopordifolia*, фаза обсіменіння у *C. cirsioides* значною мірою залежить від погодних умов [9].

Дослідження Т. К. Зеленчука та А. Т. Зеленчука [8] вказують, що вид *C. cirsioides* дуже близький до гірського виду *C. acaulis*, різновидом якого він вважався раніше. М. В. Клоков (1962) подав опис нового для науки виду – *C. cirsioides*, який був виділений ним із складу *C. acaulis* як самостійна рівнинна географічна раса [10].

За літературними даними [5] і нашими спостереженнями, культура *C. cirsioides* має здатність до вегетативного розмноження, що зумовлено особливостями морфології її підземної сфери, а саме багатоголовості стрижневого кореня. Здатність до партикуляції сприяє розділенню однієї субсенільної особини на окремі розетки. Природну регенераційну здатність *C. cirsioides* можна використати для вегетативного розмноження цього цінного рідкісного виду [5].

Щодо життєвої форми *C. cirsioides* існують різні думки вчених. За даними В. Г. Собка, М. Б. Гапоненка [24], М. В. Клокова [10], *C. cirsioides* є дворічним монокарпиком. Спостереження І. О. Скоропляс у природі та в культурі підтверджують точку зору Т. В. Сапоженкової, Б. В. Сенчини, Л. А. Скриникова, А. Т. Зеленчука та Т. К. Зеленчука про *C. cirsioides* як багаторічний трав'янистий полікарпик [22].

C. acaulis – багаторічна трав'яниста рослина з вкороченим стеблом. Листки перисторозсічені майже до середньої жилки, розсіяно-опушені, колючі. Квітки зібрані в досить великі (7–12 см у діаметрі) кошики, що сидять посередині листових розеток. Листочки-обгортки неоднакові: зовнішні – зелені, листовидні; середні – темно-бурі з розгалуженими колючками по боках; внутрішні – пелюстковидні, жовтувато-білуваті, блискучі. Має потужний стрижневий корінь, який досягає 50–100 см глибини. Плоди – сім'янки. Фаза бутонізації рослини розпочинається у І–ІІ декадах липня (триває 1–1,5 місяці). Тривалість фази бутонізації залежить від періоду формування кошиків, що передують появі бутонів [5, 12, 27].

Для *C. acaulis* характерний поодинокий спосіб зростання або легко помітний груповий; цей вид є гемікриптофітом, для життєвої форми рослини властиво те, що бруньки відновлення розміщуються на рівні ґрунту і перебувають захищені в несприятливий період року лусками, опалим листям, у зимовий період – снігом [12].

За дослідженнями В. І. Чопика [27], *C. acaulis* виступає як ентомофільна рослина, для якої характерні два способи поширення насіння: анемохорія – розселення насіння рослин за допомогою вітру та зоохорія – перенесення насіння тваринами [12].

Багаторічні спостереження за видами *C. acaulis*, *C. cirsioides*, *C. onopordifolia ex situ* дають можливість установити спектр сезонного розвитку та амплітуду змін фенологічних показників видів у культурі. За феноритмотипами вони належать до групи літньо-осінньо-зелених видів, за тривалістю вегетації (140–150 діб) – до триваловегетуючих. За термінами весняного відростання – до групи видів, для яких необхідні достатньо високі середньодобові температури (+8 – +15 °С), що відповідає І–ІІІ декадам квітня. Тривалість фази досягання плодів залежить від погодних умов і переважно більша, ніж бутонізації та цвітіння. Так, у *C. onopordifolia* вона розпочинається у ІІ–ІІІ декадах серпня, а у *C. acaulis* і *C. cirsioides* – у І–ІІ декадах вересня і триває у першого виду 47–85 діб, а у двох інших – 65–70 діб. Розмножуються дослідні види насінням, яке не має періоду спокою, проростає на 3–8 добу, характеризується високими схожістю та енергією проростання (81,2–94,8 %). Збір насіння як в умовах природи, так і в культурі слід здійснювати у грудні [5].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що здатність до генеративного розмноження є важливим показником життєвого стану рослин *ex situ*, тому дослідження насінневої продуктивності відіграє важливу роль для введення видів у культуру. Аналіз літературних джерел показав, що умови культури по-різному впливають на показники насінневої продуктивності досліджених видів. У *C. acaulis* відбувається пропорційне збільшення як потенційної насінневої продуктивності, так і фактичної насінневої продуктивності. У *C. cirsioides* на фоні підвищення кількості насінних зачатків відбувається значне зменшення кількості насіння, яке зав'язалося.

Згідно з нашими дослідженнями, лабораторна схожість та енергія проростання дослідних видів є досить висока: *C. onopordifolia* – 97,6 %, *C. cirsioides* – 92,7 %, *C. acaulis* – 85,9 %. Проростання насіння відбувалося на 7–8 добу. При дослідженні динаміки схожості насіння

встановлено, що термін його зберігання практично не впливає на проростання. Так, схожість насіння *C. onopordifolia*, зібраного у 2015 році, лише на 3,2 % менша, ніж насіння 2022 року збору. Для виду *C. cirsioides* різниця між схожістю насіння 2015 р. та 2022 р. становила 6,8 %, а у виду *C. acaulis* – 9,0 %.

Вивчаючи періодичність проростання насіння *C. onopordifolia*, Т. К. Зеленчук (1985) вказує на значні коливання його схожості упродовж року, причому насіння найкраще проростає у ранньовесняні та осінні місяці, гірше – у літні та зимові [8]. Отримані нами результати підтверджують літературні дані. Встановлено, що відсоток схожості насіння *C. onopordifolia*, *C. cirsioides* та *C. acaulis* був максимальним у жовтні 98,2 %, 91,5 % та 85,9 % відповідно (рисунок).

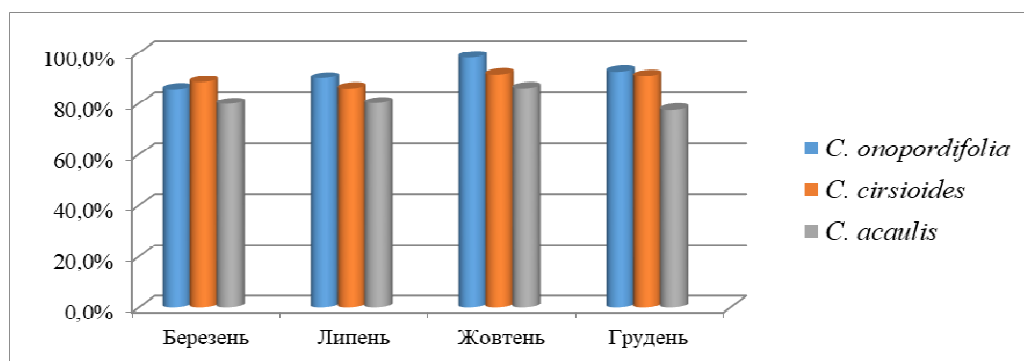


Рисунок. Сезонна динаміка проростання насіння рослин роду *Carlina*.

Висока життєздатність насіння відкасників є підставою для їхнього поновлення у природних умовах та успішного введення в культуру. Насіння висівають навесні, коли ґрунт дещо прогріється, або під зиму, безпосередньо у відкритий ґрунт на глибину 1,5–2 см. На розвиток сіянців впливають абіотичні чинники – характер ґрунту, тобто його кислотність, наявність іонів Ca^{2+} , механічна структура, а також погодні умови. За висівання у висівні ящики, а також при ущільнених насадженнях пікірування слід проводити у стадії 2–3 справжні листки, тоді приживання становить 85–90 % [5].

Висновки

Отже, у результаті аналізу наукової літератури встановлено, що представники роду *Carlina* є едемічними лікарськими рослинами, які мають неабияку цінність для фармацевтичної промисловості завдяки наявності широкого спектру біологічно активних речовин. Антропогенний вплив та погіршення екологічної ситуації призвели до значного скорочення запасів рослинної сировини. Види *C. onopordifolia* та *C. cirsioides* занесені до Червоної книги України (2009 р.) і підлягають охороні в кожному місцезнаходженні. Основна частина місцезнаходжень *C. onopordifolia* на території України зосереджена на Подільській височині. Скорочення ареалу виду відбулося на його східній межі у Східному Поділлі; він зник з околиць міст Вишнівець та Кременець на Тернопільщині. Рослини *C. cirsioides* зростають на Волино-Подільській височині. Також охорони потребує регіонально-рідкісний вид *C. acaulis*, який зростає на території Українських Карпат.

Аналіз особливостей хорології видів є необхідним для дослідження динаміки та структури популяції, оцінки процесів відновлення у природних умовах, а в подальшому запровадження заходів для охорони біорізноманіття. З'ясовано, що для досліджених видів ефективним методом їх збереження є культивування *in vitro*. За таких умов види роду *Carlina* розмножуються насінням, яке не має періоду спокою та характеризується високим відсотком схожості (*C. onopordifolia* – 97,6 %, *C. cirsioides* – 92,7 %, *C. acaulis* – 85,9 %).

Дослідженнями біологічних та екологічних особливостей росту і розвитку видів роду *Carlina ex situ* підтверджено їх широку еколого-фітоценотичну амплітуду та обґрунтовано доцільність культивування *in vitro*.

1. Беленічев І. Ф., Коваленко С. І., Дунаєв В. В. Антиоксиданти: сучасні уявлення, перспективи створення. *Ліки*. 2002. № 1–2. С. 43–45.
2. Вініченко Т. С. Рослини України під охороною Бернської конвенції. Київ : Хімджест. 2006. 160 с.
3. Дідух Я. П. Етуди фітоекології. Київ : Арістей, 2008. 268 с.
4. Дідух Я. П., Коротченко І. А. Ксеротермна рослинність Північно-Західного Поділля. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол.* 2003. Вип. 34. С. 82–91.
5. Єфремова О. О., Скибіцька М. І., Мелешко І. Г. Біологічні особливості росту і розвитку видів роду *Carlina L. ex situ*. *Лісництво і агролісомеліорація*. 2009. Вип. 115. С. 245–249.
6. Заверуха Б. В. Заповідні відкасники. *Рідна природа*. 1989. № 2. С. 16.
7. Заверуха Б. В. Нові дані до хорології та фітоценотичної приуроченості рідкісного реліктового виду *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. *Укр. ботан. журн.* 1981. 38, № 2. С. 49–52.
8. Зеленчук Т. К., Зеленчук А. Т. Насінне розмноження та поновлення *Carlina cirsioides* K Lok. на Західному Поділлі. *Укр. ботан. журн.* 1987. Т. 44, № 2. С. 17–203.
9. Зеленчук Т. К., Зеленчук А. Т. Фенологічні дослідження рідкісних і зникаючих видів флори Західного Поділля. *Укр. ботан. журн.* 1986. Т. 43, № 2. С. 54–58.
10. Клоков М. В. Рід відкасник – *Carlina L.* *Флора УРСР*. Київ : Вид-во АН УРСР, 1962. Т. 11. С. 419–431.
11. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / відп. ред. А. М. Гродзінський. Київ : Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 544 с.
12. Манівчук Ю. В. Зміна ролі *Carlina acaulis* L. у сукцесійних процесах лучних біогеоценозів під впливом біогенних добрив. *Науковий вісник УжНУ: Біологія*. 2007. Вип. 20. С. 40–44.
13. Мельник В. І., Володимирець В. О., Кузьмишина І. І. Географічне поширення та умови місцезростань *Carlina onopordifolia* на Волинській височині. *Вісн. нац. наук.-природ. музею. Сер. Ботан.* 2005–2007. Ч. 2. С. 489–495.
14. Мельник В. І., Скоропляс І. О., Баточенко В. М. Сучасний стан популяцій *Carlina onopordifolia* (*Asteraceae*) на Західному Волино-Поділлі. *Укр. ботан. журн.* 2014. Т. 71, № 2. С. 196–202.
15. Нестерук Ю. Рослинний світ Українських Карпат: Чорногора. *Екологічні мандрівки*. 2003. 520 с.
16. Петріна Р. О., Конечна Р. Т., Побігушка О. Р., Матвійків С. О. Введення в культуру *in vitro* відкасника безстеблевого. *Lviv Polytechnic National University Institutional Repository*. 2013. С. 169–172.
17. Познанська З. Лабораторна оцінка насіння *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. *Укр. ботан. журн.* 1989. 46, № 2. С. 33–46.
18. Познанська З. Особливості біології *Carlina onopordifolia* Bess ex Szafer, Kulcz et Pawl. *Укр. ботан. журн.* 1986. Т. 43, № 5. С. 87–91.
19. Проців Г.П., Вітенко І.М., Черняк В.М. Дослідження популяцій відкасника татарниколистого (*Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer) на території Бережанського Опілля. *Здоров'язбережувальні технології закладу освіти в умовах сучасних освітніх змін: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (06-07 червня 2019 року, Тернопіль)*. Тернопіль, 2019. С. 198-203.
20. Скварко К. О., Скибіцька М. І., Баран Є. І. Відтворюваність та коефіцієнт поляризації деяких рідкісних і зникаючих рослин заказника «Ліса гора» (Львівська обл.). *Укр. фітоценоз*. 1999. Сер. А, № 1–2 (12–13). С. 38–41.
21. Скоропляс І. О. Географічне поширення *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawl (*Asteraceae*) в Україні. Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Біологічні дослідження – 2014». Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 430–434.
22. Скоропляс І. О. Рідкісні види роду *Carlina L.* флори України (географічне поширення, структура популяцій, охорона): дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05. Київ, 2015. 240 с.
23. Скоропляс І. О. Сучасний стан популяцій *Carlina cirsioides* Клоков на горі Касова. *Біологічні науки. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2014. С. 143–145.
24. Собко В. Г., Гапоненко М. Б. Інтродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України. Київ : Наукова думка, 1996. 283 с.
25. Собко В. Г. Фітараритети України у Світовому Червоному списку. Київ : Український фітосоціологічний центр, 2005. 156 с.
26. Федоришин О. М. Механізм та кінетика екстрагування біологічно активних речовин з рослинної сировини : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 / Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2021. 165 с.
27. Чопик В. І. Високогірна флора Українських Карпат. Київ : Наук. Думка, 1976. 269 с.
28. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.

29. Черняк В. М., Синиця Г. Б. Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України. Тернопіль : Навч. книга – Богдан, 2008. 80 с.
30. Шиян Н. М., Мосякін С. Л., Корнієнко О. М., Федорончук М. М. Типіфікація таксонів родини *Asteraceae* Флори України: роди *Artemisia* L., *Aster* L., *Barkhausia Moench*, *Carduus* L., *Carlina* L. *Укр. ботан. журн.* 2010. № 4. С. 504–513.
31. Bilz M., Kell S. P., Maxted N., Landsdown R. V. European Red List of Vascular Plants. *Luxemburg: Publications Office of European Union.* 2011. 230 p.
32. Binkiewicz B. Nowe stanowisko *Carlina onopordifolia* (Asteraceae) na Wyłynie Miechowski. *Fragm. Flor. Geobot.* 2011. 18(1). S. 165–167.
33. Cieslak E., Paul W., Cieslak J. Nowe stanowisko *Carlina onopordifolia* (Asteraceae) na Wyłynie Lubelskiej. *Ibid.* 2009. 16(2). S. 431–442.
34. Meriem H. Identification of weed seeds of some species belong to Asteraceae in Setifian high plateau. *Advances in Environmental Biology.* 2017. № 11(2) February. P. 60–65.
35. Mosyakin S. I., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist. K.: M. G. Kholodny Institute Botany. 1999. 345 p.
36. Murashige T. A., Skoog F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15, № 13. P. 473–497.
37. Polska Czerwona Księga roślin / [Ed. By K. Zarzycki, R. Kazmierczakowa]. Krakow, 1993. 310 p.

References

1. Bielenichev I. F., Kovalenko S. I., Dunaiev V. V. Antyoksydanty: suchasni uiavlennia, perspektyvy stvorennia. *Liky.* 2002. No 1–2. С. 43–45. [in Ukrainian]
2. Vinichenko T. S. Roslyny Ukrainy pid okhoronoiu Bernskoi konventsii. Kyiv : Khimdzhest. 2006. 160 s. [in Ukrainian]
3. Didukh Ya. P. Etiudy fitoekologii. Kyiv : Aristei, 2008. 268 s. [in Ukrainian]
4. Didukh Ya. P., Korotchenko I. A. Kserotermna roslynnist Pivnichno-Zakhidnoho Podillia. *Visn. Lviv. un-tu. Ser. biol.* 2003. Vyp. 34. S. 82–91. [in Ukrainian]
5. Iefremova O. O., Skybitska M. I., Meleshko I. H. Biologichni osoblyvosti rostu i rozvytku vydiv rodu *Carlina* L. *ex situ. Lisnystvo i ahrolisomeliioratsiia.* Vyp. 115. S. 245–249. [in Ukrainian]
6. Zaverukha B. V. Zapovidni vidkasnyky. *Ridna pryroda.* 1989. No 2. S. 16. [in Ukrainian]
7. Zaverukha B. V. Novi dani do khorolohii ta fitotsenotychnoi pryurochenosti ridkisnoho reliktovoho vydu *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. *Ukr. botan. zhurn.* 1981. 38, No 2. S. 49–52. [in Ukrainian]
8. Zelenchuk T. K., Zelenchuk A. T. Nasinne rozmnozhennia ta ponovlennia *Carlina cirsioides* K Lok. na Zakhidnomu Podilli. *Ukr. botan. zhurn.* 1987. T. 44, No 2. S. 17–203. [in Ukrainian]
9. Zelenchuk T. K., Zelenchuk A. T. Fenologichni doslidzhennia ridkisnykh i znykaiuchykh vydiv flory Zakhidnoho Podillia. *Ukr. botan. zhurn.* 1986. T. 43, No 2. S. 54–58. [in Ukrainian]
10. Klokov M. V. Rid vidkasnyk – *Carlina* L. *Flora URSR.* Kyiv : Vyd-vo AN URSR, 1962. T. 11. S. 419–431. [in Ukrainian]
11. Likarski roslyny: Entsyklopedychnyi dovidnyk / vidp. red. A. M. Hrodzynskiy. Kyiv : Vydavnytstvo «Ukrainska Entsyklopediia» im. M. P. Bazhana, Ukrainyskyi vyrobnycho-komertsyynyi tsentr «Olimp», 1992. 544 s. [in Ukrainian]
12. Manivchuk Yu. V. Zmina roli *Carlina acaulis* L. u suktesiynykh protsesakh luchnykh bioheotsenoziv pid vplyvom biohennykh dobryv. *Naukovyi visnyk UzhNU: Biologhiia.* 2007. Vyp. 20. S. 40–44. [in Ukrainian]
13. Melnyk V. I., Volodymyrets V. O., Kuzmyshyna I. I. Neohrafichne poshyrennia ta umovy mistsezrostan *Carlina onopordifolia* na Volynskii vysochyni. *Visn. nats. nauk.-pryrod. muzeiu. Ser. Botan.* 2005–2007. Ch. 2. S. 489–495. [in Ukrainian]
14. Melnyk V. I., Skoroopias I. O., Batochenko V. M. Suchasnyi stan populiatsii *Sarlina onopordifolia* (Asteraceae) na Zakhidnomu Volyno-Podilli. *Ukr. botan. zhurn.* 2014. T. 71, No 2. С. 196–202. [in Ukrainian]
15. Nesteruk Yu. Roslynniyi svit Ukrainyskykh Karpat: Chornohora. Ekologichni mandrivky. 2003. 520 s. [in Ukrainian]
16. Petrina R. O., Konechna R. T., Pobihushka O. R., Matviikiv S. O. Vvedennia v kulturu in vitro vidkasnyka bezstebelvoho. *Lviv Polytechnic National University Institutional Repository.* 2013. S. 169–172. [in Ukrainian]
17. Poznanska Z. Laboratorna otsinka nasinnia *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. *Ukr. botan. zhurn.* 1989. 46, No 2. S. 33–46. [in Ukrainian]

18. Poznanska Z. Osoblyvosti biolohii *Carlina onopordifolia* Bess ex Szafer, Kulcz et Pawł. *Ukr. botan. zhurn.* 1986. T. 43, No 5. S. 87–91. [in Ukrainian]
19. Protsiv H.P., Vitenko I.M., Cherniak V.M. The study of populations of *Carlina onopordifolia* Vesser ex Szafer on the territory of Berezhansky Opillia. Zdoroviazberezhuvalni tekhnolohii zakladu osvity v umovakh suchasnykh osvitnikh zmin: materialy Vseukrainskoi naukovy-praktychnoi konferentsii (06-07 chervnia 2019 roku, Ternopil). Ternopil, 2019. S. 198-203. [in Ukrainian]
20. Skvarko K. O., Skybitska M. I., Baran Ye. I. Vidtvoriuvanist ta koefitsient poliaryzatsii deiakykh ridkisnykh i znykaiuchykh roslyn zakaznyka «Lysa hora» (Lvivska obl.). *Ukr. fitotsenoz.* 1999. Ser. A, No 1–2 (12–13). S. 38–41. [in Ukrainian]
21. Skoroplias I. O. Heohrafichne poshyrennia *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł (*Asteraceae*) v Ukraini. Zbirnyk naukovykh prats V Vseukrainskoi naukovy-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh i studentiv «*Biolohichni doslidzhennia – 2014*». Zhytomyr : Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2014. S. 430–434. [in Ukrainian]
22. Skoroplias I. O. Ridkisini vydy rodu *Carlina* L. flory Ukrainy (heohrafichne poshyrennia, struktura populiatsii, okhorona): dys. ... kand. biol. nauk: 03.00.05. Kyiv, 2015. 240 s. [in Ukrainian]
23. Skoroplias I. O. Suchasnyi stan populiatsii *Carlina cirsoides* Klovov na hori Kasova. *Biolohichni nauky. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu.* 2014. S. 143–145. [in Ukrainian]
24. Sobko V. H., Haponenko M. B. Introduktsiia ridkisnykh i znykaiuchykh roslyn flory Ukrainy. Kyiv : Naukova dumka, 1996. 283 s. [in Ukrainian]
25. Sobko V. H. Fitorarytety Ukrainy u Svitovomu Chervonomu spysku. Kyiv : Ukrainyskyi fitosotsiologichnyi tsentr, 2005. 156 s. [in Ukrainian]
26. Fedoryshyn O. M. Mekhanizm ta kinytyka ekstraktsii biolohichno aktyvnykh rehovyn z roslynnoi syrovyny : dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.17.08 / Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnika». Lviv, 2021. 165 s. [in Ukrainian]
27. Chopyk V. I. Vysokohirna flora Ukrainyskykh Karpat. Kyiv : Nauk. Dumka, 1976. 269 s. [in Ukrainian]
28. Chervona knyha Ukrainy. Roslynniyi svit / za red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsaltnykh, 2009. 912 s. [in Ukrainian]
29. Cherniak V. M., Synytsia H. B. Ridkisini ta znykaiuchi roslyny Ternopilshchyny z Chervonoj knyhy Ukrainy. Ternopil : Navch. knyha – Bohdan, 2008. 80 s. [in Ukrainian]
30. Shyian N. M., Mosiak S. L., Korniienko O. M., Fedoronchuk M. M. Typifikatsiia taksoniv rodyny *Asteraceae* Flory Ukrainy: rody *Artemisia* L., *Aster* L., *Barkhausia* Moench, *Carduus* L., *Carlina* L. *Ukr. botan. zhurn.* 2010. No 4. S. 504–513. [in Ukrainian]
31. Bilz M., Kell S. P., Maxted N., Landsdown R. V. European Red List of Vascular Plants. *Luxemburg: Publications Office of European Union.* 2011. 230 p.
32. Binkiewicz B. Nowe stanowisko *Carlina onopordifolia* (Asteraceae) na WyĹynie Miechowskij. *Fragm. Flor. Geobot.* 2011. 18(1). S. 165–167.
33. Cieslak E., Paul W., Cieslak J. Nowe stanowisko *Carlina onopordifolia* (Asteraceae) na WyĹynie Lubelskiej. *Ibid.* 2009. 16(2). S. 431–442.
34. Meriem H. Identification of weed seeds of some species belong to Asteraceae in Setifian high plateau. *Advances in Environmental Biology.* 2017. № 11(2) February. P. 60–65.
35. Mosyakin S. I., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist. K.: M. G. Kholodny Institute Botany. 1999. 345 p.
36. Murashige T. A., Skoog F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15, № 13. P. 473–497.
37. Polska Czerwona Ksiega roslin / [Ed. By K. Zarzycki, R. Kazmierczakowa]. Krakow, 1993. 310 p.

Kh. M. Kolisnyk, L. R. Hrytsak, M. Z. Prokopiak, N. M. Drobyk
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

THE CHOROLOGY AND BIOECOLOGICAL FEATURES OF SPECIES OF THE GENUS *CARLINA* L. FLORA OF UKRAINE

The article deals with the biological and ecological features of plants of the genus *Carlina* L. as a potential source of biologically active substances for the pharmaceutical industry. The necessary to develop a technology for the preservation and restoration of the plant population of *Carlina acaulis* L., *Carlina cirsoides* Klov and *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawł has been noted. It has been concluded that the importance of plants of the genus *Carlina* was revealed in the value of both medicinal and decorative culture.

A list of the main growth localities of the studied species has been given, and the need for their protection in each location has been also emphasized. It is stressed that the species *C. onopordifolia* and *C. sirsioides* are included in the third edition of the Red Book of Ukraine (2009), and *C. acaulis* is a regionally rare species that is included in the European Red List.

It has been found that the range of *C. cirsioides* covers the Volyn-Podilsky Upland and the southern part of Polissia, while *C. onopordifolia* grows mainly on the Podilsky Upland. The species *C. acaulis* is observed in almost all plant communities of the Ukrainian Carpathians. It is shown that due to the action of anthropogenic factors (massive overgrowth of areas with various herbs and shrubs, mowing during the flowering period, uprooting as a medicinal plant), the range of species of the genus *Carlina* is reducing.

The ecological and coenotic growth conditions of species of the genus *Carlina* have been analyzed. It has been determined that *C. onopordifolia* and *C. acaulis* belong to light-loving plants, and *C. cirsioides* is a shade-tolerant species that grows in sparse forests and meadows. It was found that according to the types of phenorhythms, the investigated species belong to the group of summer-autumn green species, and according to the duration of vegetation, to long-vegetating ones.

The morphological features of the species *C. onopordifolia*, *C. acaulis* and *C. sirsioides* have been described. It has been noted that the investigated species are perennial herbaceous plants with a powerful taproot, which have the appearance of a spread rosette of spiny leaves with a basket inside. It has been indicated that the ability to generative reproduction is an important indicator of the vital state of plants *ex situ*. It has been established that the species *C. onopordifolia*, *C. acaulis* and *C. cirsioides* are propagated by highly viable seeds that do not have a dormant period. Peculiarities of fluctuations in seed germination throughout the year were studied: the highest germination rates were recorded in the early spring and autumn months, and much lower - in the summer and winter months.

It has been established that the percentage of seed germination under *in vitro* conditions was maximum in October (*C. onopordifolia* – 98.2%, *C. cirsioides* – 91.5% and *C. acaulis* – 85.9%), and minimum in July (*C. onopordifolia* – 89.9%, *C. cirsioides* – 85.8% and *C. acaulis* – 80.2%). Studies of biological and ecological features of the growth and the development of species of the genus *Carlina ex situ* have confirmed their wide ecological and phytocenotic amplitude and substantiated the expediency of *in vitro* cultivation.

Key words: genus *Carlina* L., rare species, bioecological features, chorology, ecological and coenotic conditions.

Надійшла 27.11.2023.

ІХТІОЛОГІЯ

УДК 546.732 : (597.551.2+597.552.1)

doi: 10.25128/2078-2357.23.3-4.7

Н. О. ВОВЧЕК, Г. М. ГОЛІНЕЙ, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ІОНІВ Co^{2+} НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ У ПРІСНОВОДНИХ РИБ

У модельних умовах досліджено морфометричні показники карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) і щуки звичайної (*Esox lucius* L.) за дії сублетальних концентрацій іонів Co^{2+} (0,1 та 0,25 мг/дм³). У результаті аналізу морфометричних характеристик встановлено, що у досліджуваних видів риб значення більшості розмірних показників не відрізняються від контрольних. Проте встановлено достовірне зменшення показників постдорсальної відстані, довжини хвостового стебла та висоти спинного плавця у карася за дії 0,1 мг/дм³ іонів Co^{2+} . Вплив 0,25 мг/дм³ іонів кобальту (II) викликав у *Carassius auratus gibelio* зменшення вентроанальної відстані, висоти лоба і спинного плавця, а також збільшення довжини черевного та основи анального плавця. Відмічено тенденцію до зниження маси печінки та достовірне зменшення маси нирок карася за дії 0,25 мг/л іонів металу. Встановлено зниження коефіцієнтів великоголовості, широкоспинності та вгодованності за впливу 0,1 мг/дм³, а також була виявлена тенденція до зниження печінково-соматичного індексу із зростанням концентрації іонів металу в середовищі інкубації. У *Esox lucius* зафіксовано зменшення показників ширини лоба та довжини основи анального плавця за дії 0,1 мг/дм³ іонів кобальту. За дії 0,25 мг/дм³ іонів металу спостережено зростання антедорсальної та антепектральної відстаней, довжин грудного та черевного плавця. На відміну від карася, у щуки мало місце зростання маси печінки риб із збільшенням концентрації іонів Co^{2+} у воді. Дія сублетальних концентрацій кобальту призводила до зростання печінково-соматичного індексу та індексів обхвату й прогинності в щуки. Коефіцієнти вгодованності та широкоспинності зменшувалися із зростанням концентрації іонів кобальту в середовищі аклімації риб. Встановлено, що морфометричні показники характеризуються видовою специфікою і в поєднанні з фізіолого-біохімічними показниками можуть слугувати біомаркерами для оцінки стану організму риб та рівня забрудненості прісноводних екосистем металами.

Ключові слова: кобальт, прісноводні риби, морфометричний аналіз.

Прісноводні екосистеми є надзвичайно вразливими до численних антропогенних впливів і є одними з найбільш чутливих екосистем на нашій планеті [5, 15]. Вони також є одними з найбільш змінених ландшафтів на Землі внаслідок забору води та регулювання річок, інтродукції екзотичних видів і, особливо, забруднення підприємств промисловості та сільського господарства [5, 13].

Серед забруднювачів, сполуки металів, що у великих кількостях надходять у поверхневі води, є найбільш небезпечними для водної біоти через їх високу біологічну активність [17].

Серед важких металів кобальт є важливим есенціальним елементом, що трапляється у водному середовищі в низьких концентраціях. Проте, якщо концентрації металу перевищують біологічно необхідні, кобальт може викликати низку токсичних ефектів [7, 10].

Ускладнюється оцінка забруднення водойм металом ще і тим, що нормативні стандарти якості води для кобальту розроблені недостатньо навіть для Європейського Союзу та США [14]. Тому надзвичайно актуальним є питання моніторингу кобальту в компонентах гідроекосистем.

Як біоіндикатори стану прісноводних екосистем активно використовують рибу. Вони мешкають у товщі води, куди потрапляють хімічні та біологічні забруднювачі, і впливають на різноманітні параметри їх організму. Більшість видів риби мають тривалий термін життя (2–10 років) і можуть відобразити як коротко-, так і довгострокові зміни показників водного середовища [3].

Розмірні та масові характеристики тіла риби, а також співвідношення їх показників, є важливими характеристиками, що можуть відобразити як стан організму, так і екологічну ситуацію у водних екосистемах [4].

Тому метою роботи стало дослідження в модельних умовах морфометричних показників карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) і щуки звичайної (*Esox lucius* L.) за дії сублетальних концентрацій іонів Co^{2+} .

Матеріали та методи досліджень

Для дослідження використовували карася сріблястого і щуку звичайну дворічного віку з середньою масою 260–290 г та 100–130 г відповідно.

Рибу утримували в акваріумах об'ємом 200 дм³ з відстояною водопровідною водою (вміст O_2 – $7,5 \pm 0,5$ мг/дм³; CO_2 – $2,5 \pm 0,3$ мг/дм³; рН – $7,8 \pm 0,1$; загальна твердість – $6,8 \pm 0,1$ ммоль/л).

Досліджували вплив на рибу кобальту у двох концентраціях – 0,1 та 0,25 мг/дм³. Ці концентрації є такими, що в більшості випадків використовують в дослідженнях для вивчення водних інтоксикацій і які викликають формування в організмі риби адаптивної реакції на стрес-чинник [12, 14].

Метал вносили в воду 200-літрових акваріумів, де знаходилися дослідні групи риби (по 5 особин у кожному), у вигляді $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Контролем служили величини досліджуваних показників тканин риби, які перебували у воді акваріумів без додавання солі кобальту (II).

З метою зниження впливу на рибу їх власних екзометаболітів в воду в акваріумах змінювали щодобово. Для досягнення стану розвитку та максимального прояву функціонування компенсаторно-адаптивних реакцій до металу аклімацію риби здійснювали протягом 14 діб.

Після цього терміну було визначено та проаналізовано розмірні характеристики риби та їх основні індекси. Морфометричні показники риби визначали за стандартними методиками [1].

Усі дослідження на тваринах були проведені відповідно до закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (від 21.02.2006 р.) та принципів «Міжнародної Європейської конвенції по захисту хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1986). Отримані результати були опрацьовані статистично з використанням пакету «Microsoft Excel».

Результати досліджень та їх обговорення

Морфологічні показники риби впливають на низку фізіологічних показників (наприклад, дихання та ріст) і є визначальними у тому, як організми взаємодіють із середовищем свого існування [12]. Їх значення можуть змінюватися залежно від параметрів водного середовища, і тому розмірні характеристики здатні відобразити рівень забрудненості середовища, у тому числі металами. Це, як вважають науковці [8, 9], насамперед пов'язано зі зміною харчової поведінки риби, гормональними порушеннями та витратами пластичних ресурсів (насамперед ліпідів) на процеси, пов'язані з контролем надходженням, зв'язуванням та виведенням металів.

Аналіз морфометричних результатів показав, що в карася значення більшості розмірних показників не відрізняються від контролю (табл. 1). Разом з тим, за дії 0,1 мг/дм³ іонів Co^{2+} зафіксовано достовірне зменшення показників постдорсальної відстані, довжини хвостового стебла та висоти спинного плавця у карася. Порушення функції плавників або змінена форма

тіла за інтоксикації металами можуть вплинути на здатність плавати, ефективність годування та уникнення хижаків [11].

Таблиця 1

Морфометрична характеристика карася за дії сублетальних концентрацій іонів Co^{2+} ($M \pm m$, $n=7$)

Показники	Контроль	0,1 мг/дм ³	0,25 мг/дм ³
L – абсолютна, або зоологічна, довжина /ab/	26,12±0,41	25,00±0,55	25,10±0,35
L – відстань від вершини риля до кінця лускового покриву /ad/	21,10±0,28	21,78±0,61	20,63±0,21
lcor – довжина тулуба (od)	16,18±0,10	15,48±0,41	16,10±0,19
lr – довжина риля (an)	1,73±0,08	1,60±0,06	1,70±0,04
do – діаметр ока (pr)	0,83±0,02	0,83±0,03	0,85±0,03
po – позаочний простір (po)	3,03±0,13	2,95±0,06	3,00±0,04
ho – висота лоба (ln ₁)	1,18±0,06	0,98±0,05	0,95±0,03*
io – ширина лоба (інтерорбітальна відстань) (n ₁ n ₂)	2,60±0,08	2,50±0,06	2,45±0,06
mx – довжина верхньої щелепи (aa ₂)	1,53±0,06	1,50±0,04	1,38±0,02*
mn – довжина нижньої щелепи (kk ₁)	1,15±0,03	1,13±0,02	1,15±0,03
lc – довжина голови (ao)	5,53±0,13	5,28±0,10	5,18±0,16
H – найбільша висота тіла (gg)	8,58±0,29	8,48±0,25	8,68±0,25
h – найменша висота тіла, або висота хвостового стебла (ii ₁)	3,38±0,09	3,35±0,06	3,40±0,06
ad – антедорсальна відстань (aq)	10,23±0,23	10,38±0,16	10,23±0,25
pD – постдорсальна відстань (rd)	4,01±0,04	3,63±0,08*	3,80±0,11
pl – довжина хвостового стебла (fd)	3,53±0,7	3,28±0,06*	3,30±0,08
aP – антепектральна відстань (av)	5,97±0,15	5,70±0,08	5,58±0,07
av – антевентральна відстань (az)	10,20±0,24	9,93±0,23	10,05±0,04
aA – антеанальна відстань (ay)	15,80±0,4	15,60±0,47	15,78±0,13
ID – довжина основи спинного плавця (qs)	7,90±0,12	7,75±0,26	8,05±0,03
hD – висота спинного плавця (tt ₁)	3,90±0,12	3,38±0,10*	3,38±0,06*
IA – довжина основи анального плавця (yy ₁)	2,35±0,04	2,48±0,06	2,55±0,02*
hA – висота анального плавця (jj ₁)	3,08±0,03	2,93±0,13	3,18±0,07
IP – довжина грудного плавця (vv ₁)	3,60±0,10	3,53±0,04	3,58±0,02
IV – довжина черевного плавця (zz ₁)	3,80±0,06	4,12±0,10	4,12±0,06*
PV – пектровентральна відстань (vz)	4,50±0,10	4,56±0,15	4,28±0,03
VA – вентроанальна відстань (zy)	6,70±0,04	6,38±0,21	6,15±0,06*
IC₁ – довжина верхньої лопаті хвостового плавця (d ₁ b ₁)	5,33±0,10	5,15±0,13	5,28±0,12
IC₂ – довжина нижньої лопаті хвостового плавця (d ₂ b ₂)	5,45±0,09	5,43±0,09	5,47±0,10
iH – найбільша товщина тіла	4,00±0,06	3,85±0,10	3,90±0,08
Ccor – охоплення тіла	19,60±0,37	19,78±0,93	20,30±0,43
1.1. – число лусок в бічній лінії	30±1	29±1	29±1
Squ₁ – число лусок над бічною лінією	6±1	6±1	6±1
Squ₂ – число лусок під бічною лінією	6±1	7±1	7±1
Squ pl – число лусок на хвостовому стеблі	8±1	7±1	6±1
Маса риб, г	287,75±13,61	262,50±20,48	271,0±10,26
Маса печінки, г	30,90±0,91	29,13±3,37	27,88±0,94
Маса нирок, г	1,37±0,04	1,39±0,17	1,17±0,04*
Індекс великоголовості	26,4±0,4	24,4±0,4*	25,0±0,7
Індекс прогністості (високоспинності)	247,3±9,8	257,1±4,7	238,3±5,6
Індекс обхвату (компактності)	92,6±1,9	90,6±2,3	97,8±2,2
Індекс відносної товщини тіла (широкоспинності)	19,0±0,16	17,7±0,3*	18,9±0,3
Коефіцієнт вгодованості за Т. Фультоном	3,05±0,04	2,55±0,14*	2,96±0,08
Індекс печінки риб (печінково-соматичний індекс)	10,8±0,2	10,5±0,6	10,3±0,5

Вплив 0,25 мг/дм³ іонів кобальту (II) викликав у риб зменшення вентроанальної відстані, висоти лоба і спинного плавця, а також збільшення довжини черевного та основи анального плавців. За впливу сублетальних концентрацій іонів кобальту виявлено тенденцію до зниження маси печінки та достовірне зменшення маси нирок карася за дії 0,25 мг/л іонів металу.

Токсичність металів взагалі та кобальту зокрема може призвести до пошкодження внутрішніх органів, таких як печінка та нирки. Ці органи відіграють важливу роль у функціях основного обміну речовин та провідну роль у накопиченні, біотрансформації та виведенні токсикантів у риб [6].

При аналізі основних індексів у карася було встановлено зниження коефіцієнтів великоголовості, широкоспинності та вгодованності за впливу 0,1 мг/дм³, а також була відмічена тенденція до зниження печінково-соматичного індексу із зростанням концентрації іонів металу в середовищі інкубації.

Очевидно, що дія сублетальних концентрацій іонів кобальту спричинює фізіологічний стрес у риб, що зі свого боку відображається на морфологічних показниках та робить рибу більш сприйнятливою до захворювань і менш стійкою до чинників зовнішнього середовища [2].

Відомо, що реакції риб на токсичні речовини можуть змінюватися залежно від концентрації полютанта, тривалості впливу, виду риб та стадії їх розвитку [11, 16]. Аналіз морфологічних показників у щуки, як і у карася, виявив незначні відмінності між дослідними та контрольними групами (табл. 2).

Разом з тим, було зафіксовано зменшення показників ширини лоба та довжини основи анального плавця за дії 0,1 мг/дм³ іонів кобальту. За дії 0,25 мг/дм³ іонів металу виявлено зростання антедорсальної та антепектральної відстаней, довжин грудного та черевного плавців. Також слід відмітити, що, на відміну від карася, мало місце зростання маси печінки досліджених риб із збільшенням концентрації іонів Co²⁺ у воді.

Таблиця 2

Морфометрична характеристика щуки за дії сублетальних концентрацій іонів Co²⁺ (M±m, n=7)

Показники	Контроль	0,1 мг/дм ³	0,25 мг/дм ³
L – абсолютна, або зоологічна, довжина /ab/	27,30±0,21	27,54±0,77	28,18±0,46
l – відстань від вершини рила до кінця лускового покриву /ad/	23,70±0,21	23,88±0,68	24,70±0,47
lcor – довжина тулуба (od)	16,60±0,28	16,56±0,49	17,20±0,28
lr – довжина рила (an)	3,03±0,16	3,14±0,07	3,38±0,10
do – діаметр ока (nr)	1,18±0,02	1,12±0,04	1,13±0,02
po – позаочний простір (po)	3,05±0,18	3,30±0,10	3,35±0,06
io – ширина лоба (нтерорбітальна відстань) (n ₁ n ₂)	1,60±0,02	1,50±0,03*	1,58±0,02
mx – довжина верхньої щелепи (aa ₂)	3,35±0,09	3,28±0,08	3,40±0,04
mn – довжина нижньої щелепи (kk ₁)	3,62±0,08	3,52±0,06	3,66±0,04
lc – довжина голови (ao)	7,45±0,08	7,36±0,18	7,67±0,15
H – найбільша висота тіла (gg)	3,75±0,06	3,6±0,04	3,58±0,03
h – найменша висота тіла, або висота хвостового стебла (ii ₁)	1,53±0,02	1,56±0,02	1,56±0,03
ad – антедорсальна відстань (aq)	17,28±0,17	17,50±0,50	18,05±0,20*
pD – постдорсальна відстань (rd)	3,53±0,03	3,44±0,18	3,50±0,07
pl – довжина хвостового стебла (fd)	3,42±0,04	3,36±0,09	3,53±0,04
aP – антепектральна відстань (av)	7,25±0,17	7,38±0,22	8,18±0,10*
av – антевентральна відстань (az)	12,67±0,18	13,00±0,32	13,38±0,39
aA – антеанальна відстань (ay)	18,50±0,23	18,48±0,52	18,90±0,30
ID – довжина основи спинного плавця (qs)	3,25±0,09	3,22±0,10	3,40±0,10
hD – висота спинного плавця (tt ₁)	2,90±0,05	3,06±0,02	3,02±0,02
lA – довжина основи анального плавця (yy ₁)	2,60±0,06	2,34±0,05*	2,48±0,03
hA – висота анального плавця (jj ₁)	2,60±0,03	2,76±0,09	2,75±0,06
lP – довжина грудного плавця (vv ₁)	2,80±0,06	2,8±0,07	3,03±0,02*
lV – довжина черевного плавця (zz ₁)	2,75±0,08	2,78±0,09	3,00±0,06*
PV – пектровентральна відстань (vz)	5,90±0,17	5,5±0,22	6,00±0,04

<i>Продовження таблиці 2</i>			
VA – вентроанальна відстань (zy)	5,65±0,10	5,48±0,15	5,58±0,07
IC ₁ – довжина верхньої лопаті хвостового плавця (d ₁ b ₁)	3,60±0,04	3,54±0,12	3,87±0,12
IC ₂ – довжина нижньої лопаті хвостового плавця (d ₂ b ₂)	3,78±0,02	3,72±0,12	3,98±0,12
iH – найбільша товщина тіла	2,30±0,05	2,26±0,06	2,25±0,03
Ccor – охоплення тіла	10,04±0,19	9,82±0,27	10,00±0,16
Маса, г	104,23±5,56	108,4±6,64	118,50±7,31
Печінка, г	0,88±0,05	1,00±0,08	1,10±0,06*
Індекс великоголовості	31,4±0,4	30,9±0,5	31,1±0,3
Індекс прогністості (високоспинності)	635,6±11,0	663,0±13,0	685,1±10,6*
Індекс обхвату (компактності)	42,4±0,4	41,2±0,8	40,5±0,7*
Індекс відносної товщини тіла (широкоспинності)	9,8±0,2	9,5±0,2	9,2±0,1*
Коефіцієнт вгодованості за Т. Фультоном	0,81±0,03	0,79±0,02	0,77±0,04
Індекс печінки риб (печінково-соматичний індекс)	0,84±0,06	0,95±0,06	0,96±0,10

Дія сублетальних концентрацій кобальту призводила до зростання печінково-соматичного індексу та індексів обхвату та прогністості. Водночас коефіцієнти вгодованості за Т. Фультоном та широкоспинності зменшувалися із зростанням концентрації іонів кобальту в середовищі аклімації риб. Ймовірно, за інтоксикації металом у щуки має місце перерозподіл енергетичних та пластичних ресурсів між м'язами та печінкою з метою протидії токсичному чиннику.

Висновки

Отже, в цілому дія сублетальних концентрацій іонів кобальту мало модифікує розмірні характеристики риб, що може бути пов'язано з порівняно незначним терміном аклімації. Водночас зміна значень основних індексів, насамперед печінково-соматичного та вгодованості, характеризуються видовою специфікою і в поєднанні з фізіолого-біохімічними показниками можуть слугувати для оцінки стану організму риб та рівня забрудненості прісноводних екосистем металами.

1. Пилипенко Ю. В., Шевченко П. Г., Цедик В. В. та ін. *Методи іхтіологічних досліджень: навчальний посібник*. Херсон, 2017. 432 с.
2. Adams S. M., Greeley M. S. Ecotoxicological indicators of water quality: Using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. *Water, air and soil pollution*. 2000. Vol. 123. P. 103–115.
3. Authman M. M., Zaki M. S., Khallaf E. A., Abbas H. H. Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 2015. Vol. 6(4). P. 1–13. DOI:10.4172/2155-9546.1000328.
4. Brosset P., Averty A., Mathieu-Resuge M., Schull Q., Soudant P., Lebigre C. Fish morphometric body condition indices reflect energy reserves but other physiological processes matter. *Ecological Indicators*. 2023, Vol. 154, 110860. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110860>
5. Dudgeon D. Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Curr. Biol*. 2019. Vol. 29. P. R960–R967. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.002>.
6. Figueiredo-Fernandes A, Fontainhas-Fernandes A, Rocha E, Reis-Henriques M. A. Effects of gender and temperature on hepatic EROD activity, liver and gonadal histology in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to paraquat. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2006. Vol. 51. P. 626–632. DOI: 10.1007/s00244-005-0208-3.
7. Hamilton E. I. The geobiochemistry of cobalt. *Sci Total Environ*. 1994. Vol. 150(1–3). P. 7–39. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(94\)90126-0](https://doi.org/10.1016/0048-9697(94)90126-0).
8. Hayat S., M. Javed, S. Razzaq. Growth performance of metal stressed major carps viz. *Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala* reared under semi-intensive culture system. *Pak. Vet. J*. 2007. Vol. 27. P. 8–12.
9. James R., Sampath K. and Edward D.S. Copper toxicity, growth and reproductive potential in an ornamental fish, *Xiphophorus helleri*. *Asian Fish. Sci*. 2003. Vol. 16. P. 317–326.
10. Li X., Lin H., Zhu Z., Ray G. W., Zhou S., Yang Q., Tan B. Effects of Cobalt Sources and Levels on Growth Performance, Serum Biochemistry, Metabolic Activities, and Cobalt Contents in the Tissue of

- Juvenile *Litopenaeus vannamei*. *North American Journal of Aquaculture*. 2022. Vol. 84 (3). P. 336–344. <https://doi.org/10.1002/naaq.10243>.
11. Mziray P., Kimirei I. A. Bioaccumulation of heavy metals in marine fishes (*Siganus sutor*, *Lethrinus harak*, and *Rastrelliger kanagurta*) from Dar es Salaam Tanzania. *Regional Studies in Marine Science*. 2016. Vol. 7. P. 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.05.014>.
 12. Nasri F., Heydarnejad S., Nematollahi A. Sublethal cobalt toxicity effects on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Croatian journal of fisheries*. 2019. Vol. 77 (4). P. 243–252. DOI: 10.2478/cjf-2019-0018.
 13. Rundle S. Threats to the Running Water Ecosystems of the World. *Environmental Conservation*. 2002. Vol. 29. P. 134–153. DOI: 10.1017/S0376892902000097.
 14. Stubblefield W. A., Genderen E. V., Cardwell A. S., Heijerick D. G., Janssen C. R., De Schampelaere K.A.C. Acute and Chronic Toxicity of Cobalt to Freshwater Organisms: Using a Species Sensitivity Distribution Approach to Establish International Water Quality Standards. *Environ Toxicol Chem*. 2020. Vol. 39. P. 799–811. <https://doi.org/10.1002/etc.4662>.
 15. Tickner D., Opperman J. J., Abell R., Acreman M., Arthington A. H., Bunn S. E., Cooke S. J., Dalton J., Darwall W., Edwards G., Harrison I. Bending the curve of global freshwater biodiversity loss: an emergency recovery plan. *BioScience*. 2020. Vol. 70(4). P. 330–342. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa002>.
 16. Weber P., Behr E. R., Knorr C. De L., Vendruscolo D. S., Flores E.M.M., Dressler V. L., Baldissertotto B. Metals in the water, sediment, and tissues of two fish species from different trophic levels in a subtropical Brazilian river. *Microchemical Journal*. 2013. Vol. 106. P. 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2012.05.004>.
 17. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. *Fish Physiology*. London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

References

1. Pylypenko Yu. V., Shevchenko P. H., Tsedyk V. V. ta in. *Metody ikhtiologichnykh doslidzhen: navchalnyi posibnyk*. Kherson, 2017. 432 s. [in Ukrainian]
2. Adams S. M., Greeley M. S. Ecotoxicological indicators of water quality: Using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. *Water, air and soil pollution*. 2000. Vol. 123. P. 103–115.
3. Authman M. M., Zaki M. S., Khallaf E. A., Abbas H. H. Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 2015. Vol. 6(4). P. 1–13. DOI:10.4172/2155-9546.1000328.
4. Brosset P., Averty A., Mathieu-Resuge M., Schull Q., Soudant P., Lebigre C. Fish morphometric body condition indices reflect energy reserves but other physiological processes matter. *Ecological Indicators*. 2023, Vol. 154, 110860. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110860>.
5. Dudgeon D. Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Curr. Biol*. 2019. Vol. 29. P. R960–R967. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.002>.
6. Figueiredo-Fernandes A, Fontainhas-Fernandes A, Rocha E, Reis-Henriques M. A. Effects of gender and temperature on hepatic EROD activity, liver and gonadal histology in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to paraquat. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2006. Vol. 51. P. 626–632. DOI: 10.1007/s00244-005-0208-3.
7. Hamilton E. I. The geobiochemistry of cobalt. *Sci Total Environ*. 1994. Vol. 150(1–3). P. 7–39. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(94\)90126-0](https://doi.org/10.1016/0048-9697(94)90126-0).
8. Hayat S., M. Javed, S. Razzaq. Growth performance of metal stressed major carps viz. *Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala* reared under semi-intensive culture system. *Pak. Vet. J*. 2007. Vol. 27. P. 8–12.
9. James R., Sampath K. and Edward D.S. Copper toxicity, growth and reproductive potential in an ornamental fish, *Xiphophorus helleri*. *Asian Fish. Sci*. 2003. Vol. 16. P. 317–326.
10. Li X., Lin H., Zhu Z., Ray G. W., Zhou S., Yang Q., Tan B. Effects of Cobalt Sources and Levels on Growth Performance, Serum Biochemistry, Metabolic Activities, and Cobalt Contents in the Tissue of Juvenile *Litopenaeus vannamei*. *North American Journal of Aquaculture*. 2022. Vol. 84 (3). P. 336–344. <https://doi.org/10.1002/naaq.10243>.
11. Mziray P., Kimirei I. A. Bioaccumulation of heavy metals in marine fishes (*Siganus sutor*, *Lethrinus harak*, and *Rastrelliger kanagurta*) from Dar es Salaam Tanzania. *Regional Studies in Marine Science*. 2016. Vol. 7. P. 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.05.014>.
12. Nasri F., Heydarnejad S., Nematollahi A. Sublethal cobalt toxicity effects on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Croatian journal of fisheries*. 2019. Vol. 77 (4). P. 243–252. DOI: 10.2478/cjf-2019-0018.
13. Rundle S. Threats to the Running Water Ecosystems of the World. *Environmental Conservation*. 2002. Vol. 29. P. 134–153. DOI: 10.1017/S0376892902000097.

14. Stubblefield W. A., Genderen E. V., Cardwell A. S., Heijerick D. G., Janssen C. R., De Schampelaere K.A.C. Acute and Chronic Toxicity of Cobalt to Freshwater Organisms: Using a Species Sensitivity Distribution Approach to Establish International Water Quality Standards. *Environ Toxicol Chem.* 2020. Vol. 39. P. 799–811. <https://doi.org/10.1002/etc.4662>.
15. Tickner D., Opperman J. J., Abell R., Acreman M., Arthington A. H., Bunn S. E., Cooke S. J., Dalton J., Darwall W., Edwards G., Harrison I. Bending the curve of global freshwater biodiversity loss: an emergency recovery plan. *BioScience.* 2020. Vol. 70(4). P. 330–342. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa002>.
16. Weber P., Behr E. R., Knorr C. De L., Vendruscolo D. S., Flores E.M.M., Dressler V. L., Baldissertotto B. Metals in the water, sediment, and tissues of two fish species from different trophic levels in a subtropical Brazilian river. *Microchemical Journal.* 2013. Vol. 106. P. 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2012.05.004>.
17. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. *Fish Physiology.* London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

N. O. Vovchek, H. M. Holinei, V. O. Khomenchuk, V. Z. Kurant
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

INFLUENCE OF INCREASED CONCENTRATIONS OF CO²⁺ IONS ON THE MORPHOMETRIC INDICATORS IN FRESHWATER FISH

In model conditions the morphometric indicators of silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) and common pike (*Esox lucius* L.) under the influence of sublethal concentrations of Co²⁺ ions (0.1 and 0.25 mg/dm³) were investigated. As a result of the analysis of morphometric characteristics, it was established that the values of most of the size indicators of the studied fish species do not differ from the control. However, a significant decrease in the parameters of the postdorsal distance, the length of the tail stem and the height of the dorsal fin in crucian carp was established under the influence of 0.1 mg/dm³ of Co²⁺ ions. Exposure to 0.25 mg/dm³ of cobalt (II) ions caused in *Carassius auratus gibelio* a decrease in the ventroanal distance, the height of the forehead and dorsal fin, as well as an increase in the length of the ventral and base of the anal fin. A tendency to decrease in liver mass and a significant decrease in crucian carp kidney mass under the action of 0.25 mg/dm³ metal ions was noted. A decrease in the coefficients of large-headedness, broad-backedness and fatness was established under the influence of 0.1 mg/dm³, and a tendency to decrease in the hepatic-somatic index with increasing concentration of metal ions in the incubation medium was noted. In *Esox lucius* there was a decrease in the width of the forehead and the length of the base of the anal fin under the influence of 0.1 mg/dm³ of cobalt ions. Under the action of 0.25 mg/dm³ of metal ions, an increase in antedorsal and antepectral distances, pectoral and ventral fin lengths was observed. In contrast to crucian carp, in pike there was an increase in the weight of fish liver with an increase in the concentration of Co²⁺ ions in the water. The effect of sublethal concentrations of cobalt led to an increase in the liver-somatic index and indices of girth and deflection in pike. The coefficients of fatness and broad-backedness decreased with increasing concentration of cobalt ions in the fish acclimation medium. It has been established that morphometric indicators are characterized by species specificity and in combination with physiological and biochemical indicators can serve as biomarkers for assessing the state of the fish organism and the level of contamination of freshwater ecosystems with metals.

Key words: cobalt, freshwater fish, morphometric analysis.

Надійшла 28.11.2023.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 615.322:57.04:579

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.8

¹Г. П. МЕГАЛІНСЬКА, ¹В. Г. БЛИК, ²О. В. ПАНЧУК, ³Є. В. ДАНИЛЕНКО

¹Український державний університет імені М. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, Київ, 02000

²Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
просп. Берестейський, 34, Київ, 03057

³Київський палац дітей та юнацтва
вул. Івана Мазепи, 13, Київ, 01010
e-mail: geranium@ukr.net

ПОРІВНЯННЯ АНТИБАКТЕРІАЛЬНОЇ ДІЇ СІРКОВМІСНИХ ТА ЙОДОВМІСНИХ РОСЛИН

У роботі представлено дані порівняння антибактеріальної активності водних екстрактів рослин, які концентрують такі елементи, як сірка, йод та містять поверхнево-активні речовини. Досліджували рослини *Glechoma hederacea* L., *Brassica oleracea* L. та *Sinapis alba* L., які містять сірку в різних формах. *Glechoma hederacea* має високий вміст вільних сірковмісних амінокислот – цистеїну, серину, метіоніну. *Brassica oleracea* містить метіонін та важкі метали. *Sinapis alba* – джерело глікозиду синігрину, який розкладається на сульфат калію, глюкозу та гірчичну ефірну олію.

Як концентратори йоду досліджували *Xanthium strumarium* L., *Zostera marina* L., *Lemna minor* L. та *Laminaria saccharina* L. Усі перераховані рослини містять йодиди. Як сапоніновмісні рослини досліджували *Saponaria officinalis* L. та *Sambucus nigra* L.

Антибактеріальну активність досліджували диско-дифузійним методом. Тестовими мікроорганізмами були *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Bacillus subtilis*.

Результати експерименту свідчать, що серед сірковмісних рослин більшу антибактеріальну активність чинить екстракт рослин із більшим вмістом сульфгідрильних груп, а саме *Glechoma hederacea*. Ця ж рослина з високим вмістом сірки має найбільшу фунгіцидну активність відносно *Candida albicans*. Екстракти *Brassica oleracea* і *Sinapis alba* мають найбільшу протистафілококову дію, але це можна пов'язати з наявністю лізоциму в сировині цих рослин.

Аналіз антибактеріальної дії йодовмісних рослин свідчить, що найбільшу протимікробну дію чинить екстракт *Xanthium strumarium*, який містить найбільшу кількість йодидів.

Фунгіцидна дія відносно *Candida albicans* спостерігається з боку *Lemna minor* та *Xanthium strumarium*, що може бути пов'язано з високим вмістом міді в сировині цих рослин. *Proteus vulgaris* та *Pseudomonas aeruginosa* більш чутливі до дії йодовмісних рослин, як-от: *Xanthium strumarium*, *Zostera marina*. Серед сірковмісних рослин ріст *Proteus vulgaris* більш пригнічує *Glechoma hederacea*, а ріст *Pseudomonas aeruginosa* – *Glechoma hederacea* і *Sinapis alba*.

Сапоніновмісні рослини виявили більший антибактеріальний ефект відносно *Escherichia coli*.

Обговорено питання заміни шкідливих хімічних речовин рослинними антисептиками, що особливо доцільно в польових умовах військового стану.

Представлені дані також свідчать, що хоча антибактеріальний ефект в рослинній сировині мають і флавоноїди, і ефірні олії, і органічні кислоти, але концентрування важких металів, хімічних окиснювачів, поверхнево-активних речовин теж може бути індикатором підбору рослинних антисептиків.

Ключові слова: антибактеріальна активність, сірковмісні рослини, йодовмісні рослини, сапоніновмісні рослини.

Хімічні речовини можуть чинити на мікроорганізми стимулюючу, бактеріостатичну та бактерицидну дію. Антисептики – це речовини, що токсично діють на бактерії. Антисептики, що належать до поверхнево-активних речовин, найчастіше пошкоджують клітинну стінку мікроорганізмів. Фенольні сполуки руйнують оболонку і білки цитоплазми. Формалін денатурує білки не тільки вегетативних форм бактерій, а і їх спор. Солі важких металів утворюють комплекси з білками та порушують структуру нуклеїнових кислот. Для дезінфекції питної води в медицині та сільському господарстві найчастіше використовують групу окиснювачів, до яких належать йод, перманганат калію, хлор та пероксид водню. Сірку застосовують для боротьби з грибними захворюваннями тварин і рослин [1]. У той же час у рослинному світі існують види, які містять майже всі перераховані антисептики. Тому метою представленого дослідження було порівняння антибактеріальної активності екстрактів йодовмісних, сірковмісних та сапоніновмісних рослин. Сапоніни – безазотисті глікозиди з поверхнево-активними властивостями, які добре розчинюються як у спирті, так і в воді і надають рослині властивості мийного засобу.

Матеріали та методи досліджень

Серед сірковмісних рослин досліджували розхідник плющовидний *Glechoma hederacea* L., капусту городню *Brassica oleracea* L. та гірчицю білу *Sinapis alba* L. У сировині розхідника плющовидного високий вміст вільних сірковмісних амінокислот – цистеїну, серину, метіоніну [1]. Капуста городня теж містить метіонін та мікроелементи: сірку, срібло, олово, свинець, титан, нікель, ванадій. Експериментально доведено, що сік капусти має антибактеріальну дію в зв'язку з наявністю не тільки сірковмісних сполук, а й лізоциму [2]. Насіння гірчиці білої містить глікозид синігрин, який розкладається на сульфат калію, глюкозу та гірчичну ефірну олію.

У ролі йодовмісних рослин ми досліджували зостеру морську *Zostera marina* L., нетребу звичайну *Xanthium strumarium* L., ряску малу *Lemna minor* L., ламінарію цукристу *Laminaria saccharina* L.

Моделлю сапоніновмісних рослин у нашому експерименті були мильнянка лікарська *Saponaria officinalis* L. та бузина чорна *Sambucus nigra* L. Антибактеріальну активність вивчали диско-дифузійним методом [5].

За допомогою фізіологічного розчину змивали культуру тестового мікроорганізму і вносили в стерильну чашку Петрі з поживним середовищем. Після зараження газон підсушували і на поверхню стерильно закладали паперові диски, змочені в досліджуваній екстракт, і розкладали на однорідній відстані один від одного. Розміри зони гальмування пропорційні чутливості мікроорганізмів до досліджуваного екстракту.

Тест-мікроорганізмами були: *Escherichia coli* (Migula 1985) Castellani and Chalmers 1919 ATCC 25922 (кишкова паличка), *Proteus vulgaris* Hauser, 1885 ATCC 6896 (протей звичайний), *Pseudomonas aeruginosa* Schroeter 1872, Migula 1900 ATCC 9027 (синьогнійна паличка), дріжджі *Candida albicans* (C.P. Robin) Berkhout 1923 ATCC 885-653 (кандида біла), *Staphylococcus aureus* УКМВ-904 (стафілокок золотистий), *Bacillus subtilis* ІМВ-7023 (сінна паличка). Перераховані організми були отримані з Української колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати експерименту з вивчення сірковмісних рослин представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Антибактеріальна активність водного екстракту деяких сірковмісних рослин (екстракт гарячою водою)

Тестові мікроорганізми	Зона лізису (мм)		
	Вид рослинної сировини		
	<i>Glechoma hederacea</i> L. Розхідник плющовидний	<i>Brassica oleracea</i> L. Капуста городня	<i>Sinapis alba</i> L. Гірчиця біла
<i>Escherihia coli</i> Кишкова паличка	15±1,7	9±0,9	9±1,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> Синьогнійна паличка	9,5±1,1	8±1,1	9±0,8
<i>Proteus vulgaris</i> Протей звичайний	12±2,1	10±1,2	10±0,6
<i>Staphylococcus aureus</i> Стафілокок золотистий	8±1,8	15±1,4	12±1,5
<i>Candida albicans</i> Кандида біла	20±1,3	14±0,8	9±1,3

Як свідчать результати експерименту, водний екстракт розхідника плющовидного має високу фунгіцидну активність відносно *Candida albicans*. Серед тестових бактерій найбільш чутливою до екстракту розхідника виявилася кишкова паличка, зона лізису 15 мм, що можна прирівняти до дії таких антибіотиків, як ампіцилін, цефалотин, рифампін [2]. Зона гальмування росту культури *Proteus vulgaris* – 12 мм – свідчить про незначний антибактеріальний вплив розхідника на цю бактерію. Найменш чутливими виявилися *Pseudomonas aeruginosa* та *Staphylococcus aureus*, зона гальмування 8–9 мм. Аналогічної зони лізису серед антибіотиків не знайдено. Проведений експеримент доводить, що *Glechoma hederacea* L. володіє антибактеріальною та фунгіцидною активністю, значення якої більше для грам-негативних бактерій.

Дія екстракту капусти городньої зумовлена сірковмісною амінокислотою метіоніном та лізоцимом. Найбільш чутливими до дії капусти виявилися *Staphylococcus aureus* та гриб *Candida albicans*. Подібний ефект демонструють антибіотики цефотетан, цефтазидим, норфлуксацин. Менш чутливими виявилися грам-негативні бактерії: кишкова паличка, синьогнійна паличка та протей звичайний. Порівняння дозволяє зробити висновок, що суміш сірковмісних амінокислот *Glechoma hederacea* має більшу антибактеріальну активність, ніж метіонін та лізоцим *Brassica oleracea*.

Антибактеріальна активність насіння *Sinapis alba* може бути зумовлена сульфат-йонами та вмістом гірчичної ефірної олії. Екстракт *Sinapis alba* виявив майже однакову антибактеріальну активність відносно всіх досліджуваних мікроорганізмів, яка незначним чином збільшувалася відносно *Staphylococcus aureus*. Антисептична активність насіння *Sinapis alba* та її абсорбційні властивості роблять рослину хорошим мийним засобом. Порошок насіння використовують для миття посуду, прання білизни і навіть миття волосся. Антибактеріальну активність сапоніновмісних рослин вивчали відносно двох видів бактерій – *Escherihia coli* та *Bacillus subtilis*. Такий вибір тестових мікроорганізмів дозволяє оцінити вплив поверхнево-активних речовин на симбіонта тварин – кишкову паличку та на симбіонта рослин – сінну паличку [3]. Результати дослідження представлені в таблиці 2.

Антибактеріальна активність деяких сапоніновмісних рослин

Тестові мікроорганізми	Зона лізису (мм)	
	Вид рослинної сировини	
	<i>Saponaria officinalis</i> L. Мильнянка лікарська (корінь)	<i>Sambucus nigra</i> L. Бузина чорна (корінь)
<i>Escherichia coli</i> Кишкова паличка	12±0,8	13±1,1
<i>Bacillus subtilis</i> Сінна паличка	10±1,4	9±0,6

Як свідчать представлені результати, сапоніни досліджуваних лікарських рослин мають більшу антибактеріальну активність відносно кишкової палички і меншу відносно сінної палички. Результати вивчення антибактеріальної активності йодовмісних рослин представлені в таблиці 3 [4].

Таблиця 3

Результати визначення антибактеріальної активності йодовмісних рослин

Тестові мікроорганізми	Зона гальмування росту мікроорганізму (мм)			
	Досліджувана рослина			
	<i>Zostera marina</i> Зостера морська	<i>Xanthium strumarium</i> Нетреба звичайна	<i>Laminaria saccharina</i> Ламінарія цукриста	<i>Lemna minor</i> Ряска мала
<i>Escherichia coli</i> Кишкова паличка	11±0,4	29,8±1,1	7,2±0,4	12,2±0,3
<i>Staphylococcus aureus</i> Стафілокок золотистий	12±0,5	20±1,3	7,2±0,6	9,6±0,7
<i>Proteus vulgaris</i> Протей звичайний	11±0,8	11,1±0,7	-	8,8±0,4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> Синьогнійна паличка	14,4±1,1	13,4±1,2	11±0,9	10,8±0,6
<i>Candida albicans</i> Кандіда біла	-	8±0,9	7,2±1,1	11,1±0,7

З тестових мікроорганізмів до грацілікутних мікроорганізмів належали кишкова паличка, синьогнійна паличка та протей звичайний. Кишкова паличка виявилась найбільш чутливою до екстракту нетреби звичайної, про що свідчить зона гальмування – майже 30 мм. Зона гальмування такого ж розміру характерна також для антибіотиків ампицилін, цефазолін, цефотетан.

Стафілокок золотистий теж виявився найбільш чутливим до екстракту нетреби звичайної з зоною гальмування 20 мм. Результат свідчить, що нетреба звичайна має сильний антибактеріальний ефект як відносно грацілікутних, так і фірмакутних бактерій. Така картина аналогічна дії хімічних антисептиків із групи окиснювачів. Ламінарія цукриста, яка містить найменшу кількість йодидів, характеризувалась найменшою антибактеріальною активністю. Незначну антибактеріальну активність спостерігали з боку ряски малої. Найбільш чутливими мікроорганізмами до дії зотери морської виявили синьогнійна паличка, стафілокок золотистий, протей звичайний та кишкова паличка. Кандіда біла виявилась стійкою до дії зостери морської.

Фунгіцидна активність відносно кандіди білої спостерігалася з боку *Lemna minor* та *Xanthium strumarium* (зона гальмування – 11 мм.) Такий характер фунгіцидної активності може бути пов'язаний із високим вмістом міді в сировині нетреби звичайної та ряски малої.

Висновки

Узагальнення проведеного експерименту дозволяє зробити висновок, що найбільшу антимікробну активність мають такі йодовмісні рослини, як нетреба звичайна з вмістом йодидів. Для пригнічення розвитку кишкової палички та стафілокока золотистого кращим

антисептиком рослинного походження виступає саме нетреба звичайна. Серед сірковмісних рослин найбільшу активність відносно кишкової палички має *Glechoma hederacea*, а відносно стафілококу золотистого найбільш активними антисептиками виступають екстракти *Brassica oleracea* та гірчиці білої. Можна зробити висновок, що більшу антибактеріальну активність мають вільні сірковмісні амінокислоти, ніж сульфати *Sinapis alba*. Протеї звичайний та синьогнійна паличка більш чутливі до дії йодовмісних рослинних антисептиків (*Xanthium strumarium*, *Zostera marina*) [5]. Серед сірковмісних рослин ріст протея звичайного більше пригнічує розхідник плющовидний, а ріст синьогнійної палички – розхідник і гірчиця.

Сапоніновмісні рослинні антисептики (мильнянка лікарська, бузина чорна) виявили більший антибактеріальний ефект відносно кишкової палички.

Аналіз фунгіцидної активності досліджуваної сировини відносно кандіди білої свідчить про перевагу *Glechoma hederacea*. Водний екстракт цього рослинного антисептика пригнічує розвиток кандіди на 50 % ефективніше, ніж йодовмісна ряска мала. Проведений експеримент дозволяє зробити висновок, що хімічні антисептики можуть бути замінені на антисептики рослинного походження, серед яких найбільш активним виявилися нетреба звичайна та розхідник плющовидний.

1. Гарна С. В., Владимірова І. М., Бурдь Н. Б. Сучасна фітотерапія: навч. посіб. Харків : Друкарня Мадрид, 2016. 579 с.
2. Гудзь С. П., Гнатущ С. О., Звір Г. І. Санітарна мікробіологія: підручник. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2016. 347 с.
3. Коршомна А. Ю., Махоткіна А. В., Мегалінська Г. П. Антибактеріальна активність деяких водних рослин. *Науковий збірник «Інтегроване управління водними ресурсами»*. Київ : ДІА, 2013. С. 380–335.
4. Megainska A., Strashko St., Bilyk Zh., Bilyk V. & Kuts V. The importance of some iodine-containing plants for the prevention of iodine deficiency and their antibacterial and cytostatic activity. *World Science*. 2022. 2(74)). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7776.
5. Valgas C. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2007. Vol 38. P. 369–380. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034>.

References

1. Harna S. V., Vladymyrova I. M., Burd N. B. Suchasna fitoterapiia: navch. posib. Kharkiv : Drukarnia Madryd, 2016. 579 s. [in Ukrainian]
2. Hudz S. P., Hnatush S. O., Zvir H. I. Sanitarna mikrobiolohiia: pidruchnyk. Lviv : Vyd. tsentr LNU im. Ivana Franka, 2016. 347 s. [in Ukrainian]
3. Korshomna A. Yu., Makhotkina A. V., Mehalinska H. P. Antybakterialna aktyvnist deiakykh vodnykh roslyn. *Naukovyi zbirnyk «Intehrovane upravlinnia vodnymy resursamy»*. Kyiv : DIA, 2013. S. 380–335. [in Ukrainian]
4. Megainska A., Strashko St., Bilyk Zh., Bilyk V. & Kuts V. The importance of some iodine-containing plants for the prevention of iodine deficiency and their antibacterial and cytostatic activity. *World Science*. 2022. 2(74)). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7776.
5. Valgas C. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2007. Vol 38. P. 369–380. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034>.

¹A. P. Megalinska, ¹V. H. Bilyk, ²O. V. Panchuk, ³Ye. V. Danilenko

¹National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

²Bogomoles National Medical University, Ukraine

³Kyiv Palace of Children and Youth, Ukraine

COMPARISON OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF SULFUR AND IODINE-CONTAINING PLANTS

The paper presents the comparative data of antibacterial activity of water extracts of plants that concentrate such elements as sulfur, iodine and contain surfactants. *Glechoma hederacea* L., *Brassica oleracea* L., and *Sinapis alba* L., containing sulfur in various forms, were investigated as sulfur-

containing plants. *Glechoma hederacea* has a high concentration of free sulfur-containing amino acids - cysteine, serine, and methionine. *Brassica oleracea* contains methionine and heavy metals. *Sinapis alba* is a source of sinigrin glycoside, which breaks down into potassium sulfate, glucose and mustard essential oil.

Xanthium strumarium L., *Zostera marina* L., *Lemna minor* L. and *Laminaria saccharina* L. were researched as iodine concentrators. All the enumerated plants contain iodides. *Saponaria officinalis* L. and *Sambucus nigra* L. were investigated as saponin-containing plants.

Antibacterial activity was studied with the application of the disk-diffusion method. The test microorganisms were *Escherihia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Bacillus subtilis*.

The results of the experiment have figured out that the extract of plants with a higher concentration of sulfhydryl groups, namely *Glechoma hederacea*, has the major antibacterial activity among sulfur-containing plants. This plant containing a high-sulfur concentration has the most fungicidal activity against *Candida albicans*. Extracts of *Brassica oleracea* and *Sinapis alba* have the greatest anti-staphylococcal effect, but it cannot be associated with the presence of lysozyme in the raw material of these plants.

The analysis of antibacterial effect of iodine-containing plants shows that the extract of *Xanthium strumarium*, which contains the largest amount of iodides, has the greatest antimicrobial effect.

Fungicidal action against *Candida albicans* is observed on the part of the *Lemna minor* and *Xanthium strumarium*, which may be related to the high contents of copper in the raw material of these plants. *Proteus vulgaris* and *Pseudomonas aeruginosa* are more sensitive to the action of iodine-containing plants (*Xanthium strumarium*, *Zostera marina*). Among sulfur-containing plants, the growth of *Proteus vulgaris* is more inhibited by *Glechoma hederacea*, and the growth of *Pseudomonas aeruginosa* by both *Glechoma hederacea* and *Sinapis alba*.

Saponin-containing plants have shown a greater antibacterial effect against *Escherihia coli*.

The issue of replacing harmful chemicals with herbal antiseptics is discussed, that is particularly reasonable in the field conditions of martial law.

The presented data are also evident of the fact that, though flavonoids, essential oils, and organic acids have an antibacterial effect in plant raw materials, however, the concentration of heavy metals, chemical oxidizers, and surfactants can also be an indicator of the plant antiseptics' selection.

Key words: antibacterial activity, sulfur-containing plants, iodine-containing, saponin-containing plants.

Надійшла 16.10.2023.

С. В. ПОЛИВАНИЙ, О. А. ШЕВЧУК, О. О. ТКАЧУК, О. О. ХОДАНЦЬКА,
О. А. МАТВІЙЧУК, А. С. ПОЛИВАНА

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100
e-mail: stepan.polivaniy@ukr.net

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ РЕТАРДАНТУ ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДУ ТА СТИМУЛЯТОРА РОСТУ ТРЕПТОЛЕМУ НА МОРФОГЕНЕЗ І ПРОДУКТИВНІСТЬ МАКУ ОЛІЙНОГО

Вивчено вплив суміші антигіберелінового препарату хлормекватхлориду та стимулятора росту трептолему (1:1) на продуктивність, анатомічні, морфологічні особливості та функціонування листкового апарату рослин маку олійного (*Papaver somniferum* L.). Встановлено, що обробка рослин маку олійного шляхом обприскування сумішшю препаратів у період бутонізації призводила до підвищення лінійних розмірів, потовщення стебла, збільшення кількості та площі листків, зростання урожайності культури.

Використання суміші рістрегулюючих препаратів на насадженнях маку зумовило оптимізацію анатомічної будови листків, відбувалося потовщення асиміляційної паренхіми внаслідок розростання її клітин. За дії комплексу препаратів зростали лінійні розміри клітин губчастої паренхіми листків у дослідних варіантах.

Зростання кількості листків, продовження терміну їх життя, формування більшої листкової поверхні, потужнішої хлоренхіми та збільшення вмісту хлорофілів в її клітинах призводить до підвищення показників чистої продуктивності фотосинтезу та валової фотосинтетичної продуктивності рослин маку та ценозу в цілому. Застосування комплексу препаратів призводило також до посилення галузження стебла, що, зі свого боку, збільшувало кількість плодів (коробочок). Зростання урожайності культури маку олійного за дії суміші хлормекватхлориду та трептолему визначалося змінами структури урожаю. Одночасно із зростанням кількості плодів (коробочок) збільшувалася маса насіння в коробочках та маса тисячі насінин. Застосування суміші препаратів не викликало порушення токсикологічних нормативів – вміст хлормекватхлориду та трептолему в насінні не перевищував дозволених норм. Зростання урожайності культури маку олійного за дії суміші хлормекватхлориду та трептолему супроводжувалося підвищенням в насінні вмісту олії. Якість макової олії зростала за рахунок збільшення в ній частки ненасичених жирних кислот.

Ключові слова: морфогенез, ретарданти, трептолем, хлормекватхлорид, продуктивність, мезоструктура.

Збільшення виробництва якісної продукції було і залишається ключовим завданням для всього агропромислового комплексу України. Одним із засобів підвищення врожайності та збільшення обсягів виробництва олійних культур є використання біоактиваторів та регуляторів росту рослин (PPP).

Серед екзогенних PPP найбільш широко застосовують препарати ріст інгібуючого типу, вони блокують формування або фізіологічний ефект гібереліну, уже синтезованого в рослинах [1, 13].

Аналіз літературних джерел показав, що застосування інгібіторів росту штучно змінює морфогенез [2, 9], регулює інтенсивність ростових процесів [5], фотосинтетичну активність як одиниці площі листка, так і рослини та ценозу в цілому [8], впливає на процеси карпогенезу, навантаження рослин плодами та насінням [5], якість продукції [14], підвищує стійкість рослин до несприятливих факторів середовища [6].

Дані про вплив хлормекватхлориду (ССС) та інших онієвих препаратів на продуктивність олійних культур є суперечливими [4, 7, 12]. У зв'язку з цим, дослідники розробляють нові технологічні прийоми виробництва олійних культур з метою підвищення їх продуктивності. Зокрема, для оптимізації продукційного процесу маку олійного високоефективними елементами технологій були використання ретарданту хлормекватхлориду в період бутонізації [10] та застосування нового синтетичного стимулятора росту рослин трептолему, який є комплексом N-оксид 2,6-диметилпіридину з бурштиновою кислотою, Емістимом С, а також амінокислотами, вуглеводами та мікроелементами [11].

Оскільки роздільне застосування хлормекватхлориду та трептолему виявилось достатньо ефективним для підвищення продуктивності культури маку олійного, доцільно, на нашу думку, було б встановити комплексну дію препаратів на продуктивність культури.

Матеріали та методи досліджень

Польові досліди закладали в господарствах Подільського регіону. Рослини маку олійного сорту Беркут обробляли в період бутонізації розчином 0,5%-го хлормекватхлориду та трептолему 0,035 мл/л (дослід) і водою (контроль) за допомогою гідравлічного обприскувача Mastertool. Кількість ділянок кожного із варіантів – 5, площа – 10 м².

ССС – органічна речовина $[C_1CH_2CH_2N(CH_3)_3]^+Cl^-$, яку використовують як інгібітор росту онієвого типу, клас токсичності III (малонебезпечний для людини). Препарат не накопичується, не засвоюється рослиною та упродовж 2 діб виводиться. Такі особливості дозволяють застосовувати препарат у сільському господарстві. Залежно від температури і вологості, період напіврозпаду його в ґрунті становить від 3 до 43 діб. У результаті розщеплення препарату утворюються холінхлорид, холін та бетаїн, які є природними продуктами метаболізму [6].

Трептолем – стимулятор росту, є комбінацією синтетичних (комплекс N-оксиду 2,6-диметилпіридину і бурштинової кислоти – 50 г/л) і природних регуляторів росту ауксину, цитокініну (Емістим С – 1,0 г/л), мікроелементів. Препарат рекомендовано застосовувати на олійних культурах, як-от: соняшник, озимий та ярий ріпак.

Морфометричні показники визначали кожного 10-го дня, починаючи з дати обробки. Вивчення анатомічної будови листків рослин дослідних і контрольних варіантів проводили на консервованому матеріалі. Для цього їх зберігали в розчині, що складається з однакових частин C₂H₅OH, H₂O, C₃H₈O₃ та 1 % CH₂O. Особливості мезоструктури листків досліджували в кінці вегетації на листках, які закінчили ріст. Вивчення розмірів клітин проводили на мікроскопі, обладнаному окулярним мікрометром. Проміри розмірів клітин стовпчастої та губчастої хлоренхіми здійснювали в тканинах листка, оброблених мацеруючим розчином із 5%-ї етанової та двонормальної хлоридної кислот. Кількісний вміст суми хлорофілів (a+b) визначали на спектрофотометрі СФ-16. Показник листкового індексу (ЛІ) оцінювали за сумарною площею листкової поверхні рослин маку на 1 м² площі агроценозу, чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – за приростом маси сухої речовини за добу на одиницю площі листкової поверхні. Вміст сирої олії визначали екстракцією з насіння маку в апараті Сокслета петролейним ефіром. Кількісну газову хроматографію отриманої олії на вміст окремих жирних кислот здійснювали на хроматографі «Кристал-2000» [3].

У насінні маку залишки СССР визначали хроматографічним методом у тонкому шарі катіоніту на пластині «Silufol UV-254», трептолему – методом ВЕРХ (Кристалл 2000М)».

У таблицях і на рисунках наведено середні дані 3-річного дослідження. Оцінювання достовірності значень між показниками контролю та досліду здійснювали за t-критерієм.

Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що механізми дії ретарданту хлормекватхлориду та екзогенного стимулятора росту трептолему відрізняються. Ретардант є препаратом з антигібереліновими властивостями, він обмежує синтез і реалізацію дії гіберелінів [1], трептолем є стимулятором росту завдяки вмісту гормонів цитокінінової дії [11]. Оскільки хлормекватхлорид і трептолем підвищують урожайність, доцільно вивчити вплив комплексу зазначених препаратів на ростову функцію рослин.

Встановлено, що застосування суміші ретарданта та стимулятора росту не зменшувало висоти рослин, а призводило до збільшення лінійних розмірів (довжини та товщини) стебла та утворення потужнішого листкового апарату (рис. 1).

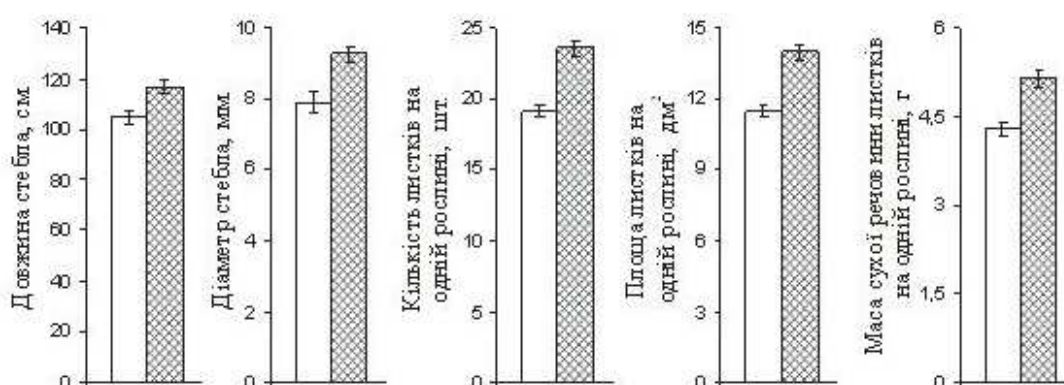


Рис. 1. Морфометричні показники маку олійного за дії суміші хлормекватхлориду та трептолему: □ – контроль, ▨ – суміш трептолему (0,035мл/л) та 0,5%-го хлормекватхлориду.

Обробка посівів маку олійного сумішшю препаратів призвела до зростання кількості, сумарної площі та сухої маси листків, що спричинено збільшенням чисельності пагонів другого порядку ($3,1 \pm 0,11^{**}$) порівняно з контролем ($2,49 \pm 0,09$, різниця достовірна при $P < 0,001$). Під час проведення морфометричних вимірювань у період молочної стиглості ці показники у варіанті з обробкою були більшими, як порівняти з контролем і з роздільним використанням трептолему та хлормекватхлориду [10, 11] (рис. 1). Застосування суміші препаратів призводило також до потовщення стебла, що підвищувало стійкість маку до вилягання.

Одним із вагомих показників продукційного процесу рослин є ЛІ як міра фотосинтезуючої біомаси. Застосування суміші препаратів сприяло підвищенню зазначеного вище ценотичного показника у порівнянні з контрольним варіантом (табл. 1), що є передумовою зростання урожайності маку. Однак, продуктивність рослин залежить не лише від площі, а й від анатомічної будови листків. Виявлено, що обробка рослин маку сумішшю трептолему та хлормекватхлориду збільшує питому масу листків. Зазначений показник є важливим, оскільки характеризує концентрацію елементів структури листка, які впливають на процес фотосинтезу. Аналіз отриманих результатів свідчить про підвищення фотосинтетичної активності одиниці площі листка – показника ЧПФ за дії суміші препаратів.

Таблиця 1

Дія суміші препаратів на функціонування листкового апарату рослин маку олійного

Показник	Контроль	Суміш препаратів
Листковий індекс, m^2/m^2	$4,16 \pm 0,12$	$5,75 \pm 0,15^{**}$
Маса одиниці площі листка, $г/дм^2$	$0,31 \pm 0,013$	$0,263 \pm 0,011^*$
Чиста продуктивність фотосинтезу, $г/(м^2 \times доба)$	$0,48 \pm 0,016$	$1,05 \pm 0,032^{***}$
Товщина листка, $мкм$	$233,3 \pm 5,91$	$289,09 \pm 5,49^{***}$
Товщина асиміляційної паренхіми, $мкм$	$127,5 \pm 2,93$	$177,21 \pm 2,37^{***}$
Довжина клітин хлоренхіми, $мкм$	$43,7 \pm 0,92$	$54,5 \pm 1,13^{***}$
Ширина клітин хлоренхіми, $мкм$	$22,9 \pm 0,84$	$35,4 \pm 0,76^{***}$
Сума хлорофілів (а+в), %	$0,22 \pm 0,002$	$0,26 \pm 0,003^{***}$

Примітки: 1^* – різниця достовірна при $P < 0,05$, 2^{**} – $P < 0,01$, 3^{***} – $P < 0,001$; 2 Суміш препаратів – Трептолем (0,035 мл/л) + CCC (05%-й)

Аналіз мезоструктурної організації листків, оброблених рослин сумішшю препаратів, свідчить про статистично вірогідне збільшення їх товщини за рахунок кращого розвитку клітин хлоренхіми, лінійні розміри яких зростали у порівнянні з контролем. Збільшення парціальної частки хлоренхіми в структурі листків є важливим чинником, який впливає на накопичення пігментів та фотосинтетичні процеси. Виявлено достовірне підвищення вмісту суми хлорофілів у листку (табл. 1).

Враховуючи збільшення показників кількості і площі листків, вмісту суми хлорофілів, ЧПФ та оптимізацію анатомічної будови листків маку олійного в дослідному варіанті, можна припустити, що суміш препаратів забезпечує передумови зростання врожайності культури. Так, за дії суміші препаратів цей показник складав $10,1 \pm 0,26^{**}$ (ц/га) відносно $8,4 \pm 0,25$ (ц/га) у варіанті без обробки (контроль).

Комплексне використання препаратів вплинуло на формування основних елементів урожайності маку олійного. На рослинах дослідного варіанту збільшувалася кількість коробочок, маса тисячі насінин і маса насіння в коробочці, що призводило до підвищення продуктивності в порівнянні з контролем (рис. 2).

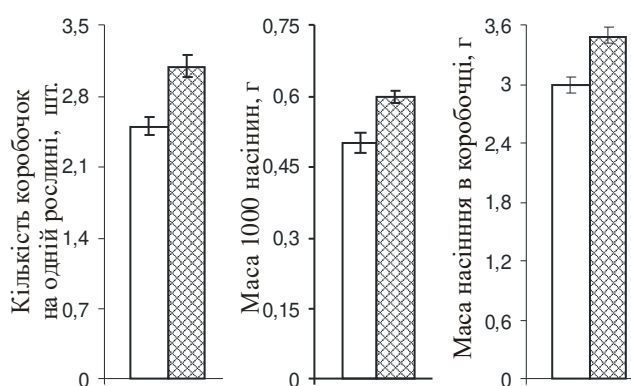


Рис. 2. Вплив суміші препаратів на структуру урожаю маку олійного: □ – контроль, ▨ – суміш трептолему (0,035мл/л) та 0,5%-го хлормекватхлориду.

Обробка рослин сумішшю препаратів сприяла накопиченню олії в насінні маку ($47,45 \pm 0,021^{***}$) у порівнянні з контролем ($46,31 \pm 0,032$, різниця достовірна при $P < 0,001$). Господарське значення макової олії залежить від вмісту жирних кислот. Хроматографічним аналізом виявлено наступні кислоти: С16, С16:1, С18, С 18:1, С18:2, С18:3, С 20, С 20:1 (табл. 2).

Таблиця 2

Дія суміші препаратів на вміст вищих жирних кислот (ВЖК) у маковій олії (%)

Показник	Контроль	Дослід
С16	$7,90 \pm 0,037$	$7,49 \pm 0,035^{***}$
С16:1	$0,09 \pm 0,003$	$0,11 \pm 0,003^{**}$
С18	$1,77 \pm 0,015$	$1,65 \pm 0,028^*$
С 18:1	$18,14 \pm 0,027$	$18,21 \pm 0,041$
С18:2	$71,27 \pm 0,213$	$71,71 \pm 0,205$
С18:3	$0,62 \pm 0,012$	$0,63 \pm 0,013$
С 20	$0,16 \pm 0,003$	$0,14 \pm 0,004^*$
С 20:1	$0,05 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001^{***}$
Ненасичені ВЖК	$90,17 \pm 0,285$	$90,72 \pm 0,263$
Насичені ВЖК	$9,83 \pm 0,051$	$9,28 \pm 0,061^{***}$
Співвідношення ненасичені / насичені ВЖК	$9,17 \pm 0,18$	$9,78 \pm 0,23$

Примітка: див. табл. 1.

Аналіз співвідношення між ненасиченими та насиченими жирними кислотами показав, що обробка рослин сумішшю препаратів сприяла збільшенню вмісту ненасичених жирних кислот в олії, що є свідченням покращення її харчової цінності.

Згідно вимог екологічної безпеки при застосуванні РРР необхідною умовою є дослідження вмісту залишку препаратів у продукції. Встановлено, що в зразках насіння маку олійного оброблених рослин препаратами залишкова кількість хлормекватхлориду складала 0,0013 мг/кг, а трептолему – 0,005 мг/кг. Відповідно до Державних санітарних правил та нормам (8.8.1.2.3.4.-000-2001р.) залишковий вміст ССС не повинен перевищувати 0,1 мг/кг, а трептолему – 0,03мг/кг, тобто продукція, за результатами досліджень, відповідає санітарним нормам.

Висновки

Обробка рослин маку олійного в період бутонізації сумішшю ретарданта хлормекватхлориду та стимулятора росту трептолему (1:1) призвела до зростання урожайності культури. Перерозподіл потоків асимілятів у бік формування плодів відбувався в результаті підвищення показника облиствлення рослин, формування більшої листової поверхні, потужнішої хлоренхіми та накопичення хлорофілів у її клітинах. Це призводило до зростання показників чистої продуктивності фотосинтезу та валової фотосинтетичної продуктивності рослин маку та ценозу в цілому. Застосування комплексу препаратів спричинило також формування потужнішої акцепторної сфери внаслідок посилення галуження стебла та збільшення кількості плодів (коробочок) – основного акцептору асимілятів у фазі плодоношення. Зростання урожайності культури маку олійного за дії суміші хлормекватхлориду та трептолему супроводжувалося підвищенням у насінні вмісту олії. Якість макової олії зростала за рахунок збільшення в ній частки ненасичених жирних кислот.

1. Кур'ята В. Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*: Ф 50 у 2 т. : НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос. 2009. С. 565–587.
2. Рогач В. В. Попроцька І. В., Кур'ята В. Г. Дія гібереліну та ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат і продуктивність картоплі. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2016. Т. 24 (2). С. 416–420.
3. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3.2010. *Asso. of Analytical Chemist*. Gaithersburg, Maryland, USA., 2010.
4. Bonelli L. E., Monzon J. P., Cerrudo A., Rizzalli R. H. & Andrade F. H. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Research*. 2016. 198. 215–225. doi:10.1016/j.fcr.2016.09.003.
5. Carvalho M. E. A., Castro C. P. R., Castro F. M. V., & Mendes, A. C. C. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower. *Comunicata Scientiae*. 2016. 7 (1). 154–164. DOI: <http://dx.doi.org.vlib.interchange.at/10.14295/CS.v7i1.1286>.
6. Fahad S., Hussain S., Saud S., Hassan S., Ihsan Z., Shah A.N., Wu C., Yousaf M., Nasim W., Alharby H., Alghabari F. & Huang J. Exogenously Applied Plant Growth Regulators Enhance the Morpho-Physiological Growth and Yield of Rice under High Temperature. *Frontiers in Plant Science*. 2016. 7. article 1250. DOI: 10.3389/fpls.2016.01250.
7. Koutroubas S. D. & Damalas C. A. Sunflower response to repeated foliar applications of Paclobutrazol. *Planta daninha*. 2015. 33 (1). <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000100015>.
8. Kuryata V. G., Kravets O. O. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (1). 356–362. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2018_222.
9. Kuryata V. G., Poprotska I. V., Rogach T. I. The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings. *Regulatory mechanisms in biosystems*. 2017. 8 (3). 317–322. doi./ 10.15421/021750.
10. Kuryata V. G., Polyvanyi S. V. Features of morphogenesis, donor-acceptor system formation and efficiency of crop production under chlormequat chloride treatment on poppy oil. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (4). 165–174.

11. Kuryata V. G., Polyvanyi S. V. Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy plants under treptolem treatment in connection with productivity of crop. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (1). 11–20. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2018_182.
12. Matysiak K., Kaczmarek S. Effect of chlorocholine chloride and triazoles – tebuconazole and flusilazole on winter oilseed rape (*Brassica napus var. oleifera* L.) in response to the application term and sowing density. *J. Plant Prot. Res.* 2013. 53 (1). 79–88. doi: 10.2478/jppr-2013-0012.
13. Rademacher W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews*. 2016. 49. 359–403. DOI: 10.1002/9781119312994.apr0541.
14. Sousa Lima G. M., Toledo Pereira M. C., Oliveira M. B., Nietsche S., Mizobutsi G. P., Publio Filho W. M. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. *Ciencia Rural*. 2016. 46 (8). 1350–1356. DOI: <http://dx.doi.org.vlib.interchange.at/10.1590/0103-8478cr20150940>.

References

1. Kuriata V. H. Retardanty – modyfikatory hormonalnoho statusu roslyn. *Fiziolohiia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku*: F 50 u 2 t. : NAN Ukrainy, In-t fiziolohii roslyn i henetyky, Ukrainske tovarystvo fiziolohiv roslyn; holov. red. V. V. Morhun. Kyiv : Lohos. 2009. S. 565–587. [in Ukrainian]
2. Rohach V. V. Poprotska I. V., Kuriata V. H. Diia hiberelinu ta retardantiv na morfohenez, fotosyntetychnyi aparat i produktyvnist kartopli. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Biolohiia, ekolohiia*. 2016. T. 24 (2). C. 416–420. [in Ukrainian]
3. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3.2010. *Asso. of Analytical Chemist*. Gaithersburg, Maryland, USA., 2010.
4. Bonelli L. E., Monzon J. P., Cerrudo A., Rizzalli R. H. & Andrade F. H. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Research*. 2016. 198. 215–225. doi:10.1016/j.fcr.2016.09.003.
5. Carvalho M. E. A., Castro C. P. R., Castro F. M. V. & Mendes, A. C. C. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower. *Comunicata Scientiae*. 2016. 7 (1). 154–164. DOI: <http://dx.doi.org.vlib.interchange.at/10.14295/CS.v7i1.1286>.
6. Fahad S., Hussain S., Saud S., Hassan S., Ihsan Z., Shah A.N., Wu C., Yousaf M., Nasim W., Alharby H., Alghabari F. & Huang J. Exogenously Applied Plant Growth Regulators Enhance the Morpho-Physiological Growth and Yield of Rice under High Temperature. *Frontiers in Plant Science*. 2016. 7. article 1250. DOI: 10.3389/fpls.2016.01250.
7. Koutroubas S. D. & Damalas C. A. Sunflower response to repeated foliar applications of Paclobutrazol. *Planta daninha*. 2015. 33 (1). <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000100015>.
8. Kuryata V. G., Kravets O. O. Features of morphogenesis, accumulation and redistribution of assimilate and nitrogen containing compounds in tomatoes under retardants treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (1). 356–362. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2018_222.
9. Kuryata V. G., Poprotska I. V., Rogach T. I. The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings. *Regulatory mechanisms in biosystems*. 2017. 8 (3). 317–322. doi/ 10.15421/021750.
10. Kuryata V. G., Polyvanyi S. V. Features of morphogenesis, donor-acceptor system formation and efficiency of crop production under chlormequat chloride treatment on poppy oil. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (4). 165–174.
11. Kuryata V. G., Polyvanyi S. V. Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy plants under treptolem treatment in connection with productivity of crop. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (1). 11–20. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2018_182.
12. Matysiak K., Kaczmarek S. Effect of chlorocholine chloride and triazoles – tebuconazole and flusilazole on winter oilseed rape (*Brassica napus var. oleifera* L.) in response to the application term and sowing density. *J. Plant Prot. Res.* 2013. 53 (1). 79–88. doi: 10.2478/jppr-2013-0012.
13. Rademacher W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews*. 2016. 49. 359–403. DOI: 10.1002/9781119312994.apr0541.
14. Sousa Lima G. M., Toledo Pereira M. C., Oliveira M. B., Nietsche S., Mizobutsi G. P., Publio Filho W. M. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. *Ciencia Rural*. 2016. 46 (8). 1350–1356. DOI: <http://dx.doi.org.vlib.interchange.at/10.1590/0103-8478cr20150940>.

S. V. Polyvani, O. A. Shevchuk, O. O. Tkachuk, O. O. Khodanitska, O. A. Matviychuk, A. S. Polyvana
Vinnitsya Mychailo Kotsubinskyi State Pedagogical University, Ukraine

THE INFLUENCE OF THE COMPLEX ACTION OF THE RETARDANT CHLORMEQUAT CHLORIDE AND THE GROWTH STIMULANT TREPTOLEM ON THE MORPHOGENESIS AND PRODUCTIVITY OF OILSEED POPPY

The influence of a mixture of the antigibberellin preparation chlormequat chloride and the growth stimulant treptolem (1:1) on the productivity, anatomical, morphological features and functioning of the oilseed poppy leaf apparatus (*Papaver somniferum L.*) plants was investigated. It was revealed that the treatment of oilseed poppy plants by spraying with a mixture of preparations within the budding period led to an increase in linear dimensions, stem thickening, an increase in the leaf number and area, as well as an increase in crop yield.

The usage of a mixture of growth regulating preparations on poppy plants optimised the leaf anatomical structure, and the assimilative parenchyma thickened through the growth of its cells. Under the influence of the complex of preparations, the linear size of spongy parenchyma cells in the test variants increased.

The growth in the number of leaves, the prolongation of their life, the appearance of a larger leaf surface, more robust chlorenchyma and an increase in the content of chlorophylls in its cells result in an increase in the net productivity of photosynthesis and gross photosynthetic productivity of poppy plants and cenosis in general. The application of the complex of preparations also resulted in increased stem branching, which in turn led to an additional number of fruits (capsules). The increase in the yield of oilseed poppy under the impact of a mixture of chlormequat chloride and treptolem was mainly due to changes in the crop structure. At the same time as the number of fruits (capsules) increased, the weight of seeds in capsules and the weight of a thousand seeds also rose. The use of the mixture of preparations did not lead to a violation of toxicological standards since the content of chlormequat chloride and treptolem in the seeds did not exceed the permitted limits. The increased yield of oilseed poppy crop under the influence of a mixture of chlormequat chloride and treptolem was accompanied by an oil content increase in the seeds. The quality of poppy oil increased due to an increase in the proportion of unsaturated fatty acids.

Key words: morphogenesis, retardant, treptolem, chlormequat chloride, productivity, leaf mesostructured.

Надійшла 17.11.2023.

ОГЛЯДИ

УДК 575.826+631.5+635.615(477.8)

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.10

Л. Р. ГРИЦАК, М. Я. КРАВЕЦЬ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: hrytsak1972@gmail.com; kravets@chem-bio.com.ua

АНАЛІЗ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАВУНА ЗВИЧАЙНОГО (*CIRCELLUS LANATUS* (THUNB.) MATSUM. ET NAKAI) ДО РОСТУ В АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Проаналізовано результати досліджень українських та закордонних учених щодо сучасних змін клімату, які відбулися в Україні й сприяють вирощуванню баштанних культур, зокрема кавуна звичайного (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai), у нехарактерних для них агрокліматичних зонах. З'ясовано, що особливості генотипу дикого виду кавуна дозволили значно розширити діапазон екологічної пластичності до впливу абіотичних чинників його сучасних культивованих сортів. Зміна температурного режиму, кількості та розподілу опадів по сезонах, що відбувалася за останні десятиліття у Західному регіоні України, а також фізико-хімічні характеристики (щільність верхнього горизонту, водопроникність, кислотність водного розчину, поживний режим) сірих опідзолених ґрунтів та чорноземів типових сприяють вирощуванню кавуна звичайного. Встановлено, що в нетипових для цієї культури агрокліматичних зонах адаптивний потенціал та врожайність її можна значно підвищити за використання низки агротехнологічних прийомів, а саме: щепленням розсади кавуна на пляшковий гарбуз (*Lagenaria siceraria* Stanld); використанням розсадного способу для створення промислових плантацій; додатковим доосвітленням розсади кавуна у період вирощування її в теплиці; оптимізацією режиму водозабезпечення рослин із врахуванням їх потреб у воді залежно від фенофази розвитку; колонізацією рослин арбускулярною мікоризою.

Ключові слова: кавун звичайний, адаптивний потенціал, агроекологічні умови, Західний регіон України.

Упродовж останніх десятиліть спостерігають збільшення частоти, інтенсивності та тривалості теплових хвиль [38], під якими розуміють явище різкого підвищення температури на певній території та її збереження протягом певного часу – як правило до декількох тижнів. Результати останніх оцінок глобальних тенденцій зміни теплових хвиль [30, 38] показують значну їхню інтенсифікацію. Зазначають, що середня інтенсивність теплової хвилі змінилася незначно. Однак, починаючи з 1950 років, кожні десять років зростає накопичення тепла під час цих хвиль. Відбувається не лише збільшення кількості днів теплової хвилі, але й періодів, коли температури перевищують порогове значення, інколи й на 8°C [38].

За даними Всесвітньої метеорологічної організації, останні три роки стали трьома найтеплішими в історії спостереження. Зміни клімату відбулися і на території України. За даними українських вчених, за останні 30 років середня річна температура на материковій частині України підвищилася на 1,2 °C. Найбільше зростання спостерігалось взимку та влітку – майже на 1,5 °C. Зима стала теплішою на 1,4 °C, а літо – на 1,5 °C. Найменші зміни характерні для осені. В окремі періоди температура була настільки високою у північних і західних

областях, що відповідала тій, яка зазвичай характерна для південного узбережжя Криму, зокрема, перевищення температурних норм на 6 °С градусів спостерігали у Львівській та Чернігівській областях. Окрім того, некоректне ведення землеробства призводить до вітрової ерозії через наростання такого явища, як пилові бурі. В Україні вже 20 млн га охоплені пиловими бурями, що свідчить про тенденцію до опустелювання великих територій на півдні країни [13].

Не менш важливе значення має зміна розподілу опадів, що в комплексі з температурою визначає перемену гідротермічного режиму. В окремі роки кількість опадів у літній період була дуже низькою. Водночас у Західному регіоні України очікується збільшення кількості опадів навесні та взимку і зниження влітку та восени. Хоча літній максимум, характерний для цього регіону, збережеться, але, з одного боку, така зміна означає вирівнювання їх сезонного розподілу, а з іншого – може спричинити їх літній дефіцит, тобто холодний період скорочується, зима стає м'якшою, вологішою, а теплий період подовжується, стає спекотливим і сухішим [11]. Достовірно встановлено, що середня температура повітря біля поверхні землі підвищується у всіх регіонах України, зокрема й Західному [10].

Україна складається з трьох агрокліматичних зон: Степ, Лісостеп, Полісся. Така класифікація була проведена за співвідношенням кількості опадів до кількості накопиченого тепла. Зі зміною середньорічної температури і кількості накопиченого тепла ці агрокліматичні зони почали поступово зміщуватися на північ. Так, підвищення температури на 1°C зсуває межу агрокліматичних зон в середньому на 100 км на північ. Оскільки температура зростає майже на 2°C, то зазначають, що межа кліматичних зон змістилася на 200 км [3].

Зміна клімату і його наслідки впливають на усі галузі економіки, але найбільше – на сільське господарство. Фахівці стверджують, що оцінка впливу потепління на аграрне виробництво є складною. Це зумовлено тим, що ефект його впливу на різні компоненти агроєкосистеми відрізняється. У частини з них спостерігаються позитивні зміни, а у інших – негативні, а саме: підвищується ефективність внесення добрив, активізується розкладання гумусу в ґрунтах, але погіршується зволоження ґрунту у Західному регіоні країни; строки сівби стають більш ранніми, проте зберігається загроза загибелі рослин через весняні заморозки; поліпшуються умови і скорочуються строки визрівання врожаю, також покращилися умови перезимівлі сільськогосподарських культур і багаторічних трав, але вже не забезпечується повна яровизація рослин та більш сприятливими стають умови для перезимівлі шкідників, збудників хвороб рослин, бур'янів; ефективним є впровадження пізньостиглих сортів (гібридів), які використовують збільшені теплові ресурси, однак розширюються зони зрошення і площі земель, що потребуватимуть відновлення [33].

Відповідно, на фоні загроз зміни клімату виробництво сільськогосподарських культур для забезпечення зростаючих потреб населення ускладнюється. Тому, з одного боку, потрібно приділяти більше уваги дослідженням щодо адаптації до глобального потепління та пом'якшення ефекту його впливу; змінам політики щодо національно-регіонального співробітництва, підтримки адаптаційних фондів та інших ресурсів для мінімізації несприятливих впливів, а з іншого, використовувати культури, стійкі до кліматичних умов, або сорти, стійкі до теплового стресу, коригувати дати їх сівби [33]. Це стосується не лише гібридів та сортів кукурудзи, соняшнику, зернових культур, але й баштанних.

До баштанних культур належать рослини продовольчого (кавун столовий, диня, гарбуз столовий, кабачки, патисони), кормового (кавун, диня, гарбуз, кабачки) та технічного призначення (люфа). Кавун звичайний (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) – основна баштанна культура, частка якої в загальній площі баштанних в Україні на сьогодні складає близько 75 %, або 51,3 тис. га. У світі існує понад 1200 сортів кавунів із плодами різного розміру, форми, кольору шкірки та м'якоти [36]. За морфологічними характеристиками плодів їх можна розділити на три групи сортів: *Citroides* («Червононасіненна» диня, цитрон з червоним насінням), *Lanatus* (Цамма, Калахарі, південноафриканські та дикі кавуни) і *Vulgaris* (звичайний культивованій кавун) [24]. В Україні вирощують столові та кормові сорти кавуна звичайного (культивованого). Плоди столового кавуна – це цінний харчовий дієтичний продукт, а плоди кавуна кормового (свіжого або силусованого) використовують для відгодівлі

худоби. Цінність столових сортів кавунів полягає у тому, що вони є джерелом 19 вітамінів, 11 мінералів [27], а також лікопену [47], амінокислот аргініну і цитруліну [25]. Лікопен належить до каротиноїдів та зумовлює колір м'якоті. У кавунах з червоною та рожевою м'якоттю на лікопен припадає 70–90 % від загальної кількості каротиноїдів. Кавуни з жовтою м'якоттю мають високий вміст ксантофілів (переважно неоксантину, віолаксантину та неохрому). Кавуни з помаранчевою м'якоттю мають набагато більше β -каротину, ζ -каротину та пролікопену, порівняно з іншими пігментами. Кавуни з білою м'якоттю майже не містять пігментів, лише сліди фітофлуену. Ці відмінності у складі каротиноїдів, ймовірно, пов'язані з молекулярними варіаціями процесів біосинтезу та накопичення каротиноїдів [36].

Лікопен у плодах кавунів представлений в ізомерній формі, подібній до його трансформи у крові людини. Зазначають, що він має потужні антиоксидантні й протизапальні властивості та зменшує тромбоутворення. Висока концентрація лікопену в сироватці крові та жировій тканині знижує ризик розвитку атеросклерозу та раку молочної залози. Він також знижує синтез холестеролу та ризик остеопорозу. Амінокислота цитрулін, яка міститься у м'якоті кавуна, не входить до складу білків, але бере участь в азотистому обміні. Цитрулін є попередником амінокислоти аргінін, з якої, у свою чергу, утворюється оксид азоту (NO), що сприяє розширенню судин, у тому числі й печеристих тіл під час ерекції, та запобігає гіпертензії. Цитрулін активує ензим NO-синтазу, який визначає утворення оксиду азоту в організмі людини [15].

М'якоть кавуна на 92–95 % складається з води [46], а також містить легкозасвоювані цукри – цукрозу, глюкозу і фруктозу, частка яких може коливатися від 4 до 12 % залежно від сорту та умов вирощування [47]. Органічні кислоти, включаючи лимонну, яблучну та глютамінову амінокислоту, покращують смак плодів [23].

За відносно нескладної агротехнології та низької її собівартості, агрокультура завжди мала високу рентабельність, однак до недавнього часу її вирощували лише у південних та південно-східних регіонах України. Зміщення агрокліматичних зон в Україні, вилучення через військові дії значних площ орних земель із посівного фонду у Херсонській, Запорізькій, Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській областях, знищення Каховського водосховища та пов'язані з цим зміни водозабезпеченості регіону, зумовлюють збільшення посівних площ зазначеної вище баштанної культури в інших регіонах, зокрема західних. Повідомляють про перші успішні спроби вирощування у промислових масштабах кавуна звичайного на Закарпатті [5, 14]. Однак успішність реалізації технології вирощування агрокультур у нових умовах росту залежить від їх адаптивного потенціалу. Тому мета нашої роботи полягає в узагальненні та систематизації даних щодо морфо-фізіологічних, біохімічних особливостей кавуна звичайного (культивованого) (*C. lanatus* subsp. *vulgaris*) для оцінки перспектив його вирощування в агроекологічних умовах Західного регіону.

Основною біологічною особливістю кавуна є його вимогливість до певного температурного режиму упродовж усього вегетаційного періоду. Кавун є жаростійкою рослиною завдяки здатності до посиленого випаровування води в період спеки та специфічним морфологічним ознакам (покривна тканина, опушеність листків, восковий наліт), що сприяє його охолодженню. Шляхом транспірації рослина здатна знизити температуру листків на +6–7 °C і витримати – до +40 °C [1, 4]. Мінімальна температура проростання насіння культури: +12–15 °C, оптимальні значення у цей період +20–25 °C. З подальшим розвитком рослини потребують все вищих температур (+25–35 °C). За температури +10–12 °C асиміляція вуглекислоти у кавуна призупиняється; за температури +1 °C рослини гинуть, а за її пониження до +5 – +10 °C їх ріст значно гальмується. Сума активних температур (понад +10 °C) за вегетаційний період для кавуна повинна становити 3200...3400 °C. Критичним періодом для кавуна є початок цвітіння, коли негативним виявляється тривале зниження температури нижче +15 °C. Для нормального росту і розвитку рослин оптимальною для проходження всіх фізіологічних процесів у кавуна є температура від +25 до +30 °C, за вищих значень починається сповільнення росту й розвитку рослин, а при +44 °C – коагуляція білків у клітинах [4].

Світло є основним фактором середовища для росту, розвитку, пігментації та морфогенезу рослин. Культура кавун належить до геліофітів. За затінення, зумовленого надмірним

загущенням посівів, засміченістю поля бур'янами, тривалою похмурою погодою, розвиток рослини та налив плодів уповільнюється. Потреба культури у високій інтенсивності світлового потоку особливо зростає у фазі 4–5 справжніх листків і у період плодоношення. Плоди рослин, які не отримали достатньо світла, дозрівають пізніше; вони дрібніші та накопичують менше цукрів [17].

Кавун належить до посухостійких культур, але водночас є і вологовимогливим видом. Оптимальна вологість ґрунту в шарі 0...70 см повинна бути, за різними даними, 50–65 % [2] або 75–80 % [17] від продуктивної вологи (ПВ), а відносна вологість повітря – 40–60 %. Критичною є вологість ґрунту 45 % від ПВ, що призводить до порушень у процесах запліднення, росту й розвитку рослин, наслідком чого є подовження вегетаційного періоду та зменшення рівня врожайності [17].

Результати останніх досліджень [48] показують, що поглинання води рослинами кавуна залежить від фази їх розвитку. У прегенеративному періоді розвитку потреба рослин у воді становить лише 40 % від її загальної кількості, спожитої за онтогенез – 15 % на стадії проростання та проростків, яка триває приблизно 25 діб, і 25 % на стадії кущіння та формування пагонів. Під час цвітіння рослини споживають не більше ніж 5 % від використаної її кількості, а у фазі зрілості – 10 %. Найбільш критичною за потребою у воді є фаза розвитку плодів, у цей період рослини поглинають до 40 % від спожитої за життєвий цикл. Як правило, ця стадія припадає на середину липня, коли спостерігаються високі температури повітря і значний рівень сонячної радіації. За таких умов значно підвищується інтенсивність транспірації, через що збільшується поглинання води та мінеральних солей рослинами. Збільшення рівня надходження поживних речовин сприяє розвитку плодів і швидкому росту листків [48]. Дефіцит води на цій стадії, а також під час формування куща суттєво позначається у подальшому на врожайності рослин. На початку серпня плоди дозрівають, їх розмір стає фіксованим і практично вже не збільшується; м'якоть змінює колір, однак значною є інтенсивність процесів трансформації та накопичення метаболічних речовин у плодах; сповільнюються темпи росту всіх вегетативних органів, прикореневі листки поступово в'януть і відпадають. Споживання води на цій стадії, яка характеризується як фаза зрілості кавунів, є відносно низьким. Тому виникнення стану водного дефіциту у цьому періоді, навпаки, сприяє збільшенню вмісту цукрів і білків у плодах. Запас продуктивної вологи в ґрунті в цей час може бути меншим ніж 35 мм [48]. Досліджені особливості водного режиму кавунів на певних фазах їх розвитку дозволяють розробити оптимальний режим зрошення, зменшити витрати води та цілеспрямовано впливати на ріст надземних частин рослин для досягнення стабільної врожайності, що актуально в умовах посилення аридності клімату.

Згідно із даними Української зернової асоціації у 2021 та 2023 рр. [9] у метровому шарі ґрунту, зораному на зяб на багатьох площах західних, Житомирської, Чернігівської, Сумської, в окремих районах центральних, Київської, Харківської областей, запаси ПВ були достатніми (81–120 мм) та оптимальними (121–160 мм і більше). На решті площ метровий шар ґрунту був зволожений недостатньо (51–80 мм) або незадовільно (10–50 мм ПВ). На окремих площах Луганської області метровий шар ґрунту був зовсім сухим [8].

Аналіз зміни середньорічної температури, кількості накопиченого тепла на фоні збереження достатніх запасів продуктивної вологи у західних областях України свідчить про значний кліматичний потенціал цього регіону для вирощування баштанних культур, зокрема кавуна звичайного. Водночас результати вивчення екологічної фізіології цієї агрокультури вказують її значну екологічну толерантність до посилення аридності клімату. Це зумовлено, перш за все, особливостями геному дикого виду кавуна, від якого походять його сучасні сорти.

Дикий вид кавуна володіє властивостями, які допомагають йому вижити в несприятливих умовах. Унікальні характеристики рослин регулюються низкою молекулярних механізмів, які включають і високий рівень експресії генів, що відповідають за морфогенез коренів та їх первинний метаболізм, пов'язаний із посиленим розвитком кореневої системи. За архітектурою коренева система рослин дикого виду належить до стрижневого або напівстрижневого типу та забезпечує максимально глибоке проникнення коренів у ґрунт для поглинання вологи [32].

Не менш важливе значення має й існування механізму швидкого закриття продихів вже за незначного зниження внутрішньої концентрації CO₂ ще на ранніх стадіях водного дефіциту. Своєчасне закриття продихів дозволяє суттєво знизити інтенсивність фотосинтезу завдяки зниженню швидкості використання АТФ і НАДФН⁺ для асиміляції CO₂ та зниженню швидкості лінійного транспорту електронів і, як наслідок, ефективності роботи найбільш чутливої до водного дефіциту фотосистеми II. В умовах нестачі води активізується нефотохімічне (NPQ) гасіння флуоресценції хлорофілу *a*, яке дозволяє у теплову енергію перетворити близько 90 % отриманої сонячної енергії та уникнути фотоінактивації фотосистеми II. Існування таких механізмів перерозподілу енергії квантів світла на процеси, що пов'язані з тепловою дисипацією, забезпечує високу стійкість рослин до сильного зневоднення, викликаного посухою та засоленням. Ці властивості розглядають як ключові фізіологічні реакції, що забезпечують високу екологічну пластичність цьому виду [32].

Дослідження доводять, що на біохімічному та молекулярному рівнях регуляція осмотичного [21], посухового [29, 43] стресів у рослин дикого виду та культивованих його сортів відрізняється від інших видів рослин.

Значна кількість представників дикої та культурної флори в умовах абіотичного стресу накопичують пролін та гліцинбетаїн [32]. Рослини дикого виду кавуна накопичують найбільше цитруліну та дещо менше глутамату та аргініну, замість проліну та гліцинбетаїну [28]. Порівняно з такими осмотично активними речовинами, як маніт, пролін і гліцинбетаїн, у листках дикого виду кавуна цитрулін має вищу активність поглинання гідроксильних радикалів [19]. Значні відмінності у накопиченні цитруліну під час посухи від вмісту інших сполук, таких, як антиоксидант лікопен, розчинні цукри (глюкоза, фруктоза та сахароза), дозволяють припустити, що існують різні механізми регулювання біосинтезу цих речовин [20]. У вегетативних органах рослин культивованого кавуна в умовах посухового стресу також швидко накопичується цитрулін та пов'язані з ним метаболіти [43]. Накопичення в клітинах під час посухи та солоності цитруліну дозволяє урівноважити осмотичну різницю між оточенням клітини та цитозолем. Тому вважають, що експресія генів, яка ініціює метаболічні шляхи, пов'язані із синтезом і катаболізмом цитруліну у вегетативних органах кавуна, має функціональне значення для формування у рослин стійкості до посухового стресу [41, 48]. Завдяки зазначеним вище особливостям генотипу дикого виду кавуна значно розширився діапазон його екологічної толерантності до низки абіотичних чинників. Це сприяло селекції сучасних сортів культури, адаптованих до росту в різних агрокліматичних зонах.

Аналіз наукових праць показав, що використання агротехнологічних прийомів також дозволяє значно підвищувати адаптивний потенціал рослин кавуна звичайного за вирощування у нетипових для нього агрокліматичних зонах. Щеплення розсади кавуна на пляшковий гарбуз (*Lagenaria siceraria* Stanld) належить до методів, які найчастіше використовують для підвищення врожайності плодів [46] та стійкості до біотичних та абіотичних стресів [42, 22, 31]. Оскільки гарбуз належить до холодостійких рослин, прищеплення є ефективним прийомом підвищення холодостійкості розсади кавуна. Завдяки прищепленню коренева система у розсади може розвиватися навіть за температури ґрунту +5 °С, у той час, як у звичайних рослин нормальний її розвиток можливий лише за температури ґрунту не нижчої за +15 °С. Щеплення на гарбузову підщепу змінює експресію генів і призводить до збільшення вмісту поліамінів. Це зміцнює систему антиоксидантного захисту, регулює гомеостаз активних форм кисню, стабілізує мембрани і, як результат, пом'якшує окиснювальний стрес, викликаний холодом [31]. Щеплення покращує також поглинання макро- та мікроелементів, зокрема азоту, калію магнію та бору з ґрунтів [27]. Застосування протеомного аналізу показало, що у листках прищепленої розсади збільшується вміст хлорофілу, особливо хлорофілу *b*, знижується резистентність продихів до абіотичних стресів, підвищується фотохімічна активність та фотосинтетичний метаболізм. Останнє пояснюється вищою асиміляцією вуглецю завдяки підвищенню вмісту і активності ензиму РУБІСКО в циклі Кальвіна [45].

Вважається, що щеплення належить до швидких і доволі дешевих методів отримання генетичних рекомбінантів кавуна з бажаними ознаками [34]. Вибір підщепи дозволяє цілеспрямовано впливати на вміст цукру, твердість та колір м'якоті, стійкість рослин до

біотичного стресу, спричиненого комахами-шкідниками (зокрема, кореневими нематодами) і хворобами (зокрема, фузаріозним і вертицильозним в'яненням) [22, 34]. Тому застосування цього методу дозволяє раніше висаджувати розсаду, прискорити інтенсивність росту кущів, швидше отримувати врожай і збільшити продуктивність рослин удвічі.

Кавуни вирощують у промисловій культурі за використання двох способів: розсадного і безрозсадного. Перевага розсадного способу полягає в більш ранньому отриманні перших плодів, як порівняти з тими рослинами, які розвивалися з насіння у відкритому ґрунті. За розсадного способу висадки культура менше пошкоджується шкідниками та мікроорганізмами, що особливо актуально за вирощування у нових агрокліматичних умовах, у тому числі й у Західному регіоні України.

Для отримання розсади сухе насіння висівають в спеціальні касети, заповнені ґрунтосумішшю. Через 20–22 доби від появи сходів розсаду висаджують у відкритий ґрунт. Традиційна агротехніка вирощування розсади передбачає, що для її отримання найбільше значення має температурний режим: для проростання насіння температуру підтримують на рівні +25–30°C, для росту сходів температуру у денний період встановлюють на рівні +20–25°C, у нічний – +16–18°C. За два тижні до висадки у відкритий ґрунт проводять загартовування розсади і знижують температуру, відкриваючи для цього теплицю, а перед самою висадкою залишають теплицю відкритою на добу [18].

Однак значно підвищити якість розсади кавуна, у тому числі й прищепленої на гарбузі, можна завдяки оптимізації світлового режиму її вирощування. Для цього достатньо у теплиці, де підтримується середньодобова інтенсивність природного освітлення на рівні 340 мкмоль·м⁻²·с⁻¹ в області фотосинтетично активної радіації, додатково розсаду по 12 год. щоденно упродовж 10 днів освітлювати змішаними світлодіодами з інтенсивністю світла 100 мкмоль·м⁻²·с⁻¹, у складі якого кольори спектрів холодного білого (пікова довжина хвилі за 452 і 561 нм), червоного (пікова довжина хвилі за 659 нм) та синього (пікова довжина хвилі за 452 нм) співвідносяться як 1:2:1 [44]. Таке додаткове освітлення рослин кавуна сприяє збільшенню у них біомаси і довжини коренів, лінійному зростанню чистої швидкості фотосинтезу, збільшенню вмісту розчинного цукру, крохмалю та білків, порівняно із розсадою, що росла лише за природного освітлення [37, 44].

До ще одного агротехнічного прийому, який дозволяє регулюватися ріст та продуктивність рослин кавуна в умовах водного дефіциту, належить їх колонізація арбускулярною мікоризою (АМ). Показано, що це покращує врожайність плодів і ефективність використання води рослинами кавуна звичайного, вирощеного в умовах водного стресу. У рослин кавуна, що ростуть в умовах достатнього зволоження, колонізація *Glomus versiforme* не змінює морфометричних параметрів пагонів, порівняно з контрольною групою, однак значно покращує розвиток кореневої системи незалежно від вмісту вологи у ґрунті [35].

Результати показали, що мікоризна інокуляція значно збільшує експресію генів *RBCL* і *RBCS*, які відповідають за процеси фотосинтезу, а також генів антиоксидантної відповіді (*Cu-Zn SOD*, *CAT*, *APX*, *GR*, *MDHAR* та *DHAR*). Рівні експресії генів *Cu-Zn SOD*, *CAT*, *APX*, *GR*, *MDHAR* і *DHAR* у рослинах, оброблених *Glomus versiforme*, вищі у 1,75-, 1,93-, 1,76-, 1,85-, 2,01- і 2,18 разів, відповідно, порівняно із неінокульованими рослинами [35]. Це пояснює зниження у немікоризованих рослинах в умовах водного дефіциту вмісту загальної води на 5 %, хлорофілів *a* і *b* – на 11 %, порівняно із мікоризними особинами, а також активізацію за посухового стресу у мікоризованих рослин механізмів нефотохімічного (*NPQ*) гасіння, що зменшує ультраструктурне пошкодження їх хлоропластів у клітинах мезофілу і у такий спосіб підтримує вищу ефективність фотосинтезу. Крім того, інокуляція АМ призводить до значного посилення ферментної активності та експресії генів супероксиддисмутази, каталази, аскорбатпероксидази, глутатіонредуктази та монодегідроаскорбатредуктази в листках кавуна в умовах посухи. В інокульованих рослин виявлено також нижчі рівні накопичення активних форм кисню (H₂O₂). У них вищими є вміст розчинних цукрів і проліну [35]. Гриби АМ можуть надавати рослинам-господарям додаткові транспортні канали для покращення поглинання обмеженої кількості води та поживних речовин із ґрунту через зовнішні гіфи. Це пояснює,

чому в умовах посухового стресу мікоризні рослини кавуна мають кращі параметри водного режиму, ніж неіноккульовані особини.

Колонізація мікоризою рослин кавуна звичайного сприяє потужнішому розвитку кореневої системи; збалансовує розподіл енергії між фотохімічними та нефотохімічними процесами, що забезпечує високу фотосинтетичну активність і запобігає пошкодженню фотосинтетичного апарату; підвищує ефективну роботу антиоксидантної системи та покращує осморегуляцію. Усі ці кумулятивні ефекти симбіозу АМ зрештою підвищують посухостійкість розсади. Відповідно біологічну стратегію встановлення симбіотичної асоціації між грибами АМ і рослинами кавуна потрібно заохочувати до ширшого застосування для вирощування кавунів, особливо в посушливих і напівпосушливих регіонах.

Успішність вирощування кавунів залежить від агрохімічних характеристик ґрунту. Кавун невибагливий до ґрунтів, але на дуже важких, перезволожених, із неглибоким заляганням ґрунтових вод росте погано. Рослини добре розвиваються на легких, нейтральних типах ґрунтів, що добре прогріваються та мають достатню повітро-, і водопроникність [7]. Кавун є помірно чутливим до засолення ґрунтів. Амплітуда коливання $pH_{\text{вод}}$ ґрунтів, на яких його вирощують, становить від 4,5 до 9,0. Однак на кислих ґрунтах (pH 4,0–5,5) ускладнюються процеси поглинання кореневою системою рослин Фосфору, Калію, Кальцію, Магнію, Сульфуру та існує ризик інтоксикації рослин Алюмінієм, Ферумом і Манганом. На лужних ґрунтах (pH 7,5–8,5) Ферум, Манган, Фосфор, Купрум, Цинк, Бор і більшість мікроелементів також значно важче поглинаються рослинами [12].

Аналіз відповідності агрохімічних характеристик ґрунтів Західного регіону України потребам кавуна звичайного показав, що за схемою агроґрунтового районування (1969) ці території відносяться до провінції Західного лісостепу Лісостепової зони. Особливістю структури ґрунтового покриву Західного лісостепу є те, що в ньому не простежуються смуги поступового переходу від дерново-підзолистих ґрунтів зони мішаних лісів до сірих опідзолених, а від них – до чорноземів типових. За даними великомасштабного ґрунтового дослідження, найбільшу площу займають сірі опідзолені ґрунти – 494,5 тис. га та чорноземи – 426,3 тис. га [16].

Кислотність сірих опідзолених ґрунтів доволі висока і коливається від 4,5 до 4,8. Фізичні властивості цих ґрунтів, як правило, несприятливі – вони ущільнені до 1,55–1,65 г/см³. Найменшу щільність мають темно-сірі ґрунти, що пояснюється їхньою високою гумусованістю та доброю структурованістю. Оранка цих ґрунтів (особливо світло-сірих та сірих) призводить до порушення структури верхнього шару, вони запливають і утворюють кірку. Водний режим цих ґрунтів є промивним (найглибше промочуються ґрунти в період сніготанення): чим більша товща снігу і чим меншим є поверхневий стік, тим більше промочування. Влітку витрати вологи охоплюють однометрову товщу ґрунту, через що велике значення мають літні опади, особливо для орного шару. Не менш важливим є поживний режим ґрунтів. Вміст гумусу становить 3–4 %, Азоту – 0,15–0,3 %, обмінного Калію – 0,21–0,27 мг-екв/100 г. Зазначають, що агротехнологічні прийоми обробки цих ґрунтів дозволяють значно підвищити їх родючість, що дозволяє отримувати на них високі врожаї озимої та ярої пшениці, цукрових буряків, соняшнику, льону, кукурудзи, картоплі, а також плодово-ягідних культур, зокрема й винограду [16].

Хімічний склад чорноземів, які займають значні території у Західному регіоні України, чітко виокремлює їх серед інших ґрунтових типів високою (4–9 %) насиченістю гумусом та біофільними елементами (N, P, Ca, Mg, Na, S, мікроелементи). Вміст Азоту досягає 15 т/га, запаси Фосфору – 0,15–0,35 %, обмінного Калію – 0,42 мг-екв/100 г ґрунту. Грудкувато-зерниста структура чорноземів має оптимальні параметри пухкості, шпаруватості, вологовмісткості, водопроникності. Щільність верхнього горизонту чорноземів типових є екологічною та агрономічно оптимальною (1,0–1,2 г/см³). Оптимальною є також водопроникність (200 мм/рік), повна вологоємність метрової товщини (близько 50 %), а також ґрунтово-екологічний режим. Однак зазначають, що водний режим чорноземів найчастіше лімітує можливість отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур, оскільки чорноземна зона є зоною недостатнього зволоження, особливо в умовах зміни клімату. Проте

типи водного режиму різні в Лісостепу і Степу. Чорноземи типові у лісостеповій зоні мають періодично непромивний водний режим та на певній глибині нижче від горизонту максимального промочування містять деяку кількість доступної вологи, яка слугує резервуаром для сільськогосподарських культур у посушливі роки, що і дозволяє отримувати високі їх врожаї [6].

Аналіз потреб рослин кавуна звичайного в елементах мінерального живлення показав, що ця культура дуже чутлива до вмісту Азоту у ґрунті [26]. На дуже легкому ґрунті із низькою здатністю утримувати воду та поживні речовини для отримання високого врожаю рослини кавуна необхідно удобрювати Азотом у високих концентраціях [39]. Однак на ґрунтах інших типів надмірне внесення азотних добрив призводить до дисбалансу у рості коренів і пагонів рослин та значно знижує урожайність й ефективність використання азотних добрив [26]. Це дозволяє припустити, що навіть на сірих опідзолених ґрунтах Західного регіону України, для яких характерний низький вміст Азоту, можна успішно вирощувати кавун звичайний.

Ключовими параметрами ефективного вирощування культур у певних агрокліматичних зонах є не лише відповідність метеопараметрів, едафічних умов, водного режиму тощо їх біологічним потребам, але й генотип сортів, який визначає рівень їх екологічної пластичності і, як результат, адаптивний потенціал до умов середовища. Сергієнко О. В. разом із співавторами (2023) дослідили 101 сорт кавунів з 9 країн світу для вивчення їх адаптивного потенціалу до вирощування за інтенсивної та органічної технології в умовах Лівобережного Лісостепу України [40]. Селекцію генотипів здійснювали за основними продуктивними показниками (урожайністю, середньої масою товарного плоду), а також на основі визначення коефіцієнту регресії реакції генотипу на зміну умов (пластичності), стабільності генотипу та селекційної цінності генотипу колекції кавуна.

За результатами досліджень було виділено сорти і гібриди, які мали ширший діапазон толерантності до зміни умов вирощування та зберігали достатньо високу стабільність урожаю за використання інтенсивної технології культивування, зокрема *п'ять* селекційно-цінних сортозразків за ознакою «загальна урожайність»: «Клондайк», «Ятум», «Солодкий діамант», «Ярило», «Східний принц», *шість* селекційно-цінних сортозразків за ознакою «товарна урожайність»: «Клондайк», «Солодка дакота», «Солодкий діамант», «Солодкий діамант 2», «Ярило», «Східний принц» та *один* селекційно-цінний сортозразок за ознакою «середня маса плоду» – «Солодкий діамант».

За аналогічними характеристиками було виділено зразки сортів кавунів, які доцільно застосовувати за органічних технологій вирощування, зокрема *шість* селекційно-цінних сортозразків за ознакою «загальна урожайність»: «Солодка дакота», «Атаманський», «Рояль Маджестик», «Wm 14», «Minimeloni», «№ 9», *чотири* селекційно-цінних сортозразки за ознакою «товарна урожайність»: «Атаманський», «Рояль Маджестик», «Карапуз», «Мономах», *шість* селекційно-цінних сортозразків за ознакою «середня маса плоду» «Атаманський», «Бінго», «Фотон», «Орфей», «А-14 Тур», «№7 Zx» [40].

Результати цих досліджень показують, що сортова база кавуна звичайного має різні генотипи. Це дозволяє відібрати селекційні зразки, які володіють широким діапазоном екологічної пластичності, що створює передумови для їх успішного вирощування в різних агрокліматичних зонах, зокрема й у Західному регіоні України.

Висновки

Узагальнення та систематизація результатів досліджень низки українських та закордонних дослідників показали, що сучасні зміни клімату, які відбулися в Україні, сприяють вирощуванню баштанних культур, зокрема кавуна звичайного, у нехарактерних для них агрокліматичних зонах, у тому числі й у Західному регіоні України. Зміщення вектору посівних площ цієї агрокультури на захід країни зумовлено не лише зміною температурного та водного режимів, але й генотиповими особливостями дикого виду кавуна, які значно розширюють діапазон екологічної пластичності до впливу абіотичних чинників сучасних сортів культивованого виду, що від нього походять. Так, виділено низку сортів і гібридів, які мали широкий діапазон толерантності до умов Лівобережного Лісостепу України та зберігали

достатньо високу стабільність урожаю за використання як інтенсивної, так і органічної технологій культивування.

Успішність вирощування кавунів залежить від агрохімічних характеристик ґрунту. У складі орних земель Західного регіону переважають сірі опідзолені ґрунти та чорнозем типовий, які за низкою фізико-хімічних характеристик (щільністю верхнього горизонту, водопроникністю, кислотністю водного розчину, поживним режимом) у значній мірі відповідають едафічним потребам кавуна звичайного та можуть забезпечувати високу врожайність.

Показано, що у нетипових для вирощування кавуна звичайного агрокліматичних зонах, адаптивний потенціал та врожайність його рослин можна значно підвищити за використання низки агротехнологічних прийомів, а саме: щеплення розсади кавуна на пляшковий гарбуз (*Lagenaria siceraria* Stanld); використання розсадного способу для створення промислових плантацій; додаткове доосвітлення розсади кавуна у період вирощування її в теплиці по 12 год. щоденно упродовж 10 днів освітлювати змішаними світлодіодами з інтенсивністю світла $100 \text{ мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, у складі якого кольори спектрів холодного білого (пікова довжина хвилі за 452 і 561 нм), червоного (пікова довжина хвилі за 659 нм) та синього (пікова довжина хвилі за 452 нм) співвідносяться як 1:2:1; колонізація рослин арбускулярною мікорізою.

1. Баштанні культури : наук.-бібліогр. покажч. ТДАТУ / уклад. Г. Д. Попазова; наук. ред. Г. В. Нінова. Мелітополь, 2020. 32 с.
2. Баштанні культури. *Велика українська енциклопедія*. URL: <https://vue.gov.ua/> (дата звернення: 27.08.2023).
3. В Україні агрокліматичні зони змістилися на 200 км. *Agravery – аграрне інформаційне агентство*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistilisa-na-200-km> (дата звернення: 24.09.2023).
4. Вітанова О. Д. Насінництво овочевих культур: навч. посіб. 2-е вид., перероб. і доп. Вінниця : ТОВ «Твори», 2018. 254 с.
5. Гнип Г. Перші кавуни на Закарпатті збиратимуть 20 липня. *AgroTimes*. URL: <https://agrotimes.ua/ovochi-sad/pershi-zakarpatski-kavuny-na-zakarpatti-zbyratymut-20-lipnya/> (дата звернення: 20.09.2023).
6. Ґрунтознавство: підруч. / Тихоненко Д. Г. та ін.; за ред. Тихоненка Д. Г. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.
7. ДСТУ 5045:2008. Кавун, диня, гарбуз. Технологія вирощування. Загальні вимоги. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. III. 11 с.
8. Запаси продуктивної вологи в Україні незадовільні. *SuperAgronom.com*. URL: <https://superagronom.com/news/14292-zapasi-produktivnoyi-vologiv-ukrayini-nedostatni-ta-nezadovilni--uza> (дата звернення: 24.08.2023).
9. Запаси продуктивної вологи орного шару ґрунту під озимими на більшості площ достатні та оптимальні. *АГРОперспектива*. URL: <https://www.agroperspectiva.com/ru/news/190094> (дата звернення: 21.08.2023).
10. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / С. П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко; за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (дата звернення: 20.08.2023).
11. Кліматогенні зміни рослинного світу Українських Карпат : моногр. / Дідух Я. П. та ін. Чернівці, 2016. 280 с.
12. Косачов С. П. Вплив обробітку ґрунту та мінеральних добрив на врожай кавунів сорту Таврійський. *Селекція і технологія вирощування баштанних культур*: матеріали міжнар. наук. конф. (Гола Пристань, 19–21 квіт. 1996 р.). Гола Пристань : Наддніпрянська Правда, 1996. С. 79–81.
13. Летяк В. Літо восени і дощі взимку: як зміниться клімат України до 2100 року. *Факти*. 2021. 24 серп. URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/suspilstvo/20210824-lito-voseny-i-doshhi-vzymku-yak-zminytsya-klimat-ukrayiny-do-2100-roku/> (дата звернення: 24.08.2023).
14. Микита В. На Закарпатті вирощують кавуни у промислових обсягах. 2023 URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3570822-na-zakarpatti-virosuut-kavuni-upromislovih-obsagah.html> (дата звернення: 24.08.2023).
15. Павлоцька Л. Ф. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Суми : Університетська книга, 2007. 440 с.
16. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підруч.: в 2 ч. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. Ч. 2. 286 с.

17. Рекомендації з технології краплинного зрошення кавуна в умовах Сухого Степу України. Херсон, 2010. 58 с.
18. Сорти кавуна та агротехнологія вирощування насіння: рекомендації / Яровий Г. І. та ін. Харків, 2006. 16 с.
19. Akashi K., Miyake C., Yokota A. Citrulline, a novel compatible solute in drought tolerant wild watermelon leaves, is an efficient hydroxyl radical scavenger. *FEBS Letters*. 2001. Vol. 508, Issu 3. P. 438–442. DOI: 10.1016/S0014-5793(01)03123-4 (Last accessed: 15.09.2023).
20. Akashi K., Yoshimura K., Kajikawa M., Hanada K., Kosaka R., Kato A., Katoh A., Yoshihiko Nanasato Y., Hisashi Tsujimoto H., Yokota A. Potential involvement of drought-induced ran GTPase CLRa1 in root growth enhancement in a xerophyte wild watermelon. *Biosci Biotechnol. Biochem*. 2016. Vol. 80, Iss. 10. P. 1907–1916. DOI: 10.1080/09168451.2016.1191328 (Last accessed: 15.09.2023).
21. Cao D., Lutz A., Hill C. B., Callahan D. L., Roessner U. A quantitative profiling method of phytohormones and other metabolites applied to barley roots subjected to salinity stress. *Front. Plant Sci*. 2017. Vol. 7: 2070. DOI: 10.3389/fpls.2016.02070 (Last accessed: 15.09.2023).
22. Devi P., Tymon L., Keinath A., Miles C. Progress in grafting watermelon to manage Verticillium wilt. *Plant Pathology*. 2021. Vol. 70, Iss. 4. P. 767–777. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13344> (Last accessed: 10.07.2023).
23. Gao L., Zhao S., Lu X., He N., Wenge L. ‘SW’, a New Watermelon Cultivar with a Sweet and Sour Flavor. *HortScience*. 2018. Vol. 53(6). P. 895–896. DOI: 10.21273/HORTSCI12857-18 (Last accessed: 10.09.2023).
24. Guo S., Zhao S., Sun H., Wang X., Wu S., Lin T. Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nat. Genet*. 2019. Vol. 51. P. 1616–1623. DOI: 10.1038/s41588-019-0518-4 (Last accessed: 12.08.2023).
25. Hartman J., Perkins P., Wehner T. Citrulline and Arginine Are Moderately Heritable in Two Red-fleshed Watermelon Populations. *HortScience*. 2019. Vol. 54, Iss. 12. P. 200–205. DOI: 10.21273/HORTSCI13715-18 (Last accessed: 12.08.2023).
26. Hong T., Cai Z., Li R., Liu J., Li J., Wang Z., Zhang Z., Effects of water and nitrogen coupling on watermelon growth, photosynthesis and yield under CO₂ enrichment. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 259: 107229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107229> (Last accessed: 12.08.2023).
27. Huang Y., Jiao Y., Nawaz M. A., Chen C., Liu L., Lu Z., Kong Q., Cheng F., Bie Z. Improving magnesium uptake, photosynthesis and antioxidant enzyme activities of watermelon by grafting onto pumpkin rootstock under low magnesium. *Plant and Soil*. 2016. Vol. 409, № 1/2. P. 229–246. URL: <http://www.jstor.org/stable/44245227> (Last accessed: 12.08.2023).
28. Kawasaki, S., Miyake, C., Kohchi, T., Fujii, S., Uchida, M., Yokota, A. Responses of wild watermelon to drought stress: accumulation of an ArgE homologue and citrulline in leaves during water deficits. *Plant Cell Physiol*. 2000. Vol. 41. P. 864–873. DOI: 10.1093/pcp/pcd005 (Last accessed: 10.08.2023).
29. Khan N., Bano A., Rahman M. A., Guo J., Kang Z., Babar M. A. Comparative physiological and metabolic analysis reveals a complex mechanism involved in drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) induced by PGPR and PGRs. *Sci. Rep*. 2019. Vol. 9: 2097. DOI: 10.1038/s41598-019-38702-8 (Last accessed: 14.07.2023).
30. Lewis S. C., King A. D. Dramatically increased rate of observed hot record breaking in recent Australian temperatures. *Geophysical Research Letters*. 2015. Vol. 42. P. 7776–7784. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/2015GL065793> (Last accessed: 14.07.2023).
31. Lu J., Cheng F., Huang Y., Bie Z. Grafting Watermelon Onto Pumpkin Increases Chilling Tolerance by Up Regulating Arginine Decarboxylase to Increase Putrescine Biosynthesis. *Front Plant Sci*. 2021. Vol. 12: 812396. DOI: 10.3389/fpls.2021.812396 (Last accessed: 14.07.2023).
32. Malambane G., Madumane K., Sewelo L.T., Batlang U. Drought stress tolerance mechanisms and their potential common indicators to salinity, insights from the wild watermelon (*Citrullus lanatus*): A review. *Front. Plant Sci*. 2023. Vol. 13: 1074395. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1074395> (Last accessed: 14.07.2023).
33. Mall R. K., Gupta A., Sonkar G. 2-Effect of Climate Change on Agricultural Crops. *Crop Modification, Nutrition, and Food Production*. 2017. P. 23–46. DOI: 10.1016/B978-0-444-63661-4.00002-5 (Last accessed: 10.08.2023).
34. Mashilo J., Shimelis H., Contreras-Soto R. I., Ngwepe R. M. A meta-analysis on rootstock-induced effects in grafted watermelon (*Citrullus lanatus* var. *lanatus*). *Scientia Horticulturae*. 2023. Vol. 319: 112158. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112158> (Last accessed: 12.05.2023).
35. Mo Y., Wang Y., Yang R., Zheng J., Liu C., Li H., Ma J., Zhang Y., Wei C., Zhang X. Regulation of Plant Growth, Photosynthesis, Antioxidation and Osmosis by an Arbuscular Mycorrhizal Fungus in Watermelon Seedlings under Well-Watered and Drought Conditions. *Front Plant Sci*. 2016. Vol. 7: 644. DOI: 10.3389/fpls.2016.00644 (Last accessed: 15.08.2023).

36. Nie H., Kim M., Lee S., Lim S., Lee MS., Kim JH., Noh SJ., Park SW., Kim S-T., Shin A-Y., Lee Y., Kwon S-Y. Highquality genome assembly and genetic mapping reveal a gene regulating flesh color in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Front. Plant Sci.* 2023. Vol. 14: 1142856. DOI: 10.3389/fpls.2023.1142856 (Last accessed: 15.09.2023).
37. Perkins S. E. A review on the scientific understanding of heatwaves – their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmospheric Research*. 2015. Vol. 164–165. P. 242–267. URL: <http://www.regionalclimateperspectives.com/uploads/4/4/2/5/44250401/perkins2015heatwavereview.pdf> (Last accessed: 15.08.2023).
38. Perkins-Kirkpatrick S. E., Lewis S. C. Increasing trends in regional heatwaves. *Nature Communications*. 2020. Vol. 11: 3357. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-020-16970-7#citeas> (Last accessed: 10.07.2023).
39. Rolbiecki R., Rolbiecki S., Piszczek P., Figas A., Jagosz B., Ptach W., Prus P., Kazula MJ. Impact of Nitrogen Fertigation on Watermelon Yield Grown on the Very Light Soil in Poland. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(2): 213. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020213> (Last accessed: 12.08.2023).
40. Serhiienko O. V., Shabetia O. M., Linnik Z. P., Serhiienko M. B., Povlin I. Ye. Selection of watermelon starting material by adaptability for breeding for suitability for intensive and organic growing technologies. *Селекція і насінництво*. 2023. Вип. 124. С. 45–55.
41. Shinji K., Chikahiro M., Takayuki K., Shinichiro F., Masato U., Akiho Y. Responses of wild watermelon to drought stress: accumulation of an ArgE homologue and citrulline in leaves during water deficits. *Plant Cell Physiol*. 2000. Vol. 41, Iss. 7. P. 864–873. DOI: 10.1093/pcp/pcd005 (Last accessed: 12.08.2023).
42. Shirani Bidabadi S., Abolghasemi R., Zheng SJ. Grafting of watermelon (*Citrullus lanatus* cv. Mahbubi) onto different squash rootstocks as a means to minimize cadmium toxicity. *Int. J. Phytoremediation*. 2018. Vol. 20(7). P. 730–738. DOI: 10.1080/15226514.2017.1413338 (Last accessed: 10.08.2023).
43. Song Q., Joshi M., DiPiazza J., Joshi V. Functional relevance of citrulline in the vegetative tissues of watermelon during abiotic stresses. *Front. Plant Sci.* 2020. Vol. 11: 512. DOI: 10.3389/fpls.2020.00512 (Last accessed: 12.09.2023).
44. Wei H., Wang M., Jeong BR. Effect of Supplementary Lighting Duration on Growth and Activity of Antioxidant Enzymes in Grafted Watermelon Seedlings. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(3): 337. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10030337> (Last accessed: 11.09.2023).
45. Yanjuan Y., Li Y., Liping W., Shirong G. Bottle gourd rootstock-grafting promotes photosynthesis by regulating the stomata and non-stomata performances in leaves of watermelon seedlings under NaCl stress. *Journal of Plant Physiology*. 2015. Vol. 186–187. P. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.07.013> (Last accessed: 28.08.2023).
46. Yavuz D., Seymen M., Süheri S., Yavuz N., Türkmen Ö., Kurtar E. S. How do rootstocks of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) affect the yield and quality of watermelon under deficit irrigation? *Agricultural Water Management*. 2020. Vol. 241: 106351. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106351> (Last accessed: 10.09.2023).
47. Yoo Y., Boland R., Lyytinen K., Majchrzak A. (). Organizing for Innovation in the Digitized World. *Organization Science*. 2012. Vol. 23, № 5. P. 1398–1408. DOI: 10.1287/orsc.1120.0771 (Last accessed: 12.08.2023).
48. Zeyi W., Shouchao Y., Hengjia Z., Lian L., Chao L., Lili C., Dandan S., Xuan L. Deficit mulched drip irrigation improves yield, quality, and water use efficiency of watermelon in a desert oasis region. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 277: 108103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108103> (Last accessed: 10.08.2023).

References

1. Bashtanni kultury : nauk.-bibliohr. pokazhch. TDATU / uklad. H. D. Popazova; nauk. red. H. V. Ninova. Melitopol, 2020. 32 s. [in Ukrainian]
2. Bashtanni kultury. *Velyka ukraïnska entsyklopediia*. URL: <https://vue.gov.ua/> (data zvernennia: 27.08.2023). [in Ukrainian]
3. V Ukrainy ahroklimatychni zony zmistylysia na 200 km. *Agravery – ahrarne informatsiine ahenstvo*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistylysia-na-200-km> (data zvernennia: 24.09.2023). [in Ukrainian]
4. Vitanova O. D. Nasinnytstvo ovochevykh kultur: navch. posib. 2-e vyd., pererob. i dop. Vinnytsia : TOV «Tvory», 2018. 254 s. [in Ukrainian]
5. Hnyh H. Pershi kavuny na Zakarpatti zbyratymut 20 lypnia. *AgroTimes*. URL: <https://agrotimes.ua/ovochisad/pershi-zakarpatski-kavuny-na-zakarpatti-zbyratymut-20-lypnia/> (data zvernennia: 20.09.2023). [in Ukrainian]

6. Gruntoznavstvo: pidruch. / Tykhonenko D. H. ta in.; za red. Tykhonenka D. H. Kyiv : Vyscha osvita, 2005. 703 s. [in Ukrainian]
7. DSTU 5045:2008. Kavun, dynia, harbuz. Tekhnolohiia vyroshchuvannia. Zahalni vymohy. [Chynnyi vid 2009-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009. III. 11 s. [in Ukrainian]
8. Zapasy produktyvnoi volohy v Ukraini nezadovilni. *SuperAgronom.com*. URL: <https://superagronom.com/news/14292-zapasi-produktyvnoi-vology-v-ukraini-nedostatni-ta-nezadovilni-uz-a> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
9. Zapasy produktyvnoi volohy ornoho sharu gruntu pid ozymymy na bilshosti ploshch dostatni ta optimalni. *AHROperspektyva*. URL: <https://www.agroperspektiva.com/ru/news/190094> (data zvernennia: 21.08.2023). [in Ukrainian]
10. Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid / S. P. Ivaniuta, O. O. Kolomiets, O. A. Malynovska, L. M. Yakushenko; za red. S. P. Ivaniuty. Kyiv : NISD, 2020. 110 s. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (data zvernennia: 20.08.2023). [in Ukrainian]
11. Klimatohenni zminy roslynnoho svitu Ukrainskykh Karpat : monohr. / Didukh Ya. P. ta in. Chernivtsi, 2016. 280 s. [in Ukrainian]
12. Kosachov S. P. Vplyv obrobittu gruntu ta mineralnykh dobryv na vrozhai kavuniv sortu Tavriiskyi. *Selektsiia i tekhnolohiia vyroshchuvannia bashtannykh kultur: materialy mizhnar. nauk. konf. (Holo Prystan, 19–21 kvit. 1996 r.)*. Holo Prystan : Naddnrianska Pravda, 1996. C. 79–81. [in Ukrainian]
13. Letiak V. Lito voseny i doshchi vzymku: yak zminytsia klimat Ukrainy do 2100 roku. *Fakty*. 2021. 24 serp. URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/suspilstvo/20210824-lito-voseny-i-doshhi-vzymku-yak-zminytsya-klimat-ukrainy-do-2100-roku/> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
14. Mykyta V. Na Zakarpatti vyroshchuiut kavuny u promyslovykh obsiahakh. 2023 URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3570822-na-zakarpatti-virostut-kavuny-upromislovih-obsagah.html> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
15. Pavlotska L. F. Osnovy fiziologii, hihiieny kharchuvannia ta problemy bezpeky kharchovykh produktiv. Sumy : Universytetska knyha, 2007. 440 s. [in Ukrainian]
16. Pozniak S. P. Gruntoznavstvo i heohrafiia gruntiv: pidruch.: v 2 ch. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2010. Ch. 2. 286 s. [in Ukrainian]
17. Rekomendatsii z tekhnolohii kraplynnoho zroshennia kavuna v umovakh Sukhoho Stepu Ukrainy. Kherson, 2010. 58 s. [in Ukrainian]
18. Sorty kavuna ta ahrotekhnolohiia vyroshchuvannia nasinnia: rekomendatsii / Yarovy H. I. ta in. Kharkiv, 2006. 16 s. [in Ukrainian]
19. Akashi K., Miyake C., Yokota A. Citrulline, a novel compatible solute in drought tolerant wild watermelon leaves, is an efficient hydroxyl radical scavenger. *FEBS Letters*. 2001. Vol. 508, Issu 3. P. 438–442. DOI: 10.1016/S0014-5793(01)03123-4 (Last accessed: 15.09.2023).
20. Akashi K., Yoshimura K., Kajikawa M., Hanada K., Kosaka R., Kato A., Katoh A., Yoshihiko Nanasato Y., Hisashi Tsujimoto H., Yokota A. Potential involvement of drought-induced ran GTPase CLRan1 in root growth enhancement in a xerophyte wild watermelon. *Biosci Biotechnol. Biochem*. 2016. Vol. 80, Iss. 10. P. 1907–1916. DOI: 10.1080/09168451.2016.1191328 (Last accessed: 15.09.2023).
21. Cao D., Lutz A., Hill C. B., Callahan D. L., Roessner U. A quantitative profiling method of phytohormones and other metabolites applied to barley roots subjected to salinity stress. *Front. Plant Sci*. 2017. Vol. 7: 2070. DOI: 10.3389/fpls.2016.02070 (Last accessed: 15.09.2023).
22. Devi P., Tymon L., Keinath A., Miles C. Progress in grafting watermelon to manage Verticillium wilt. *Plant Pathology*. 2021. Vol. 70, Iss. 4. P. 767–777. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13344> (Last accessed: 10.07.2023).
23. Gao L., Zhao S., Lu X., He N., Wenge L. ‘SW’, a New Watermelon Cultivar with a Sweet and Sour Flavor. *HortScience*. 2018. Vol. 53(6). P. 895–896. DOI: 10.21273/HORTSCI12857-18 (Last accessed: 10.09.2023).
24. Guo S., Zhao S., Sun H., Wang X., Wu S., Lin T. Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nat. Genet*. 2019. Vol. 51. P. 1616–1623. DOI: 10.1038/s41588-019-0518-4 (Last accessed: 12.08.2023).
25. Hartman J., Perkins P., Wehner T. Citrulline and Arginine Are Moderately Heritable in Two Red-fleshed Watermelon Populations. *HortScience*. 2019. Vol. 54, Iss. 12. P. 200–205. DOI: 10.21273/HORTSCI13715-18 (Last accessed: 12.08.2023).
26. Hong T., Cai Z., Li R., Liu J., Li J., Wang Z., Zhang Z., Effects of water and nitrogen coupling on watermelon growth, photosynthesis and yield under CO₂ enrichment. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 259: 107229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107229> (Last accessed: 12.08.2023).

27. Huang Y., Jiao Y., Nawaz M. A., Chen C., Liu L., Lu Z., Kong Q., Cheng F., Bie Z. Improving magnesium uptake, photosynthesis and antioxidant enzyme activities of watermelon by grafting onto pumpkin rootstock under low magnesium. *Plant and Soil*. 2016. Vol. 409, № 1/2. P. 229–246. URL: <http://www.jstor.org/stable/44245227> (Last accessed: 12.08.2023).
28. Kawasaki, S., Miyake, C., Kohchi, T., Fujii, S., Uchida, M., Yokota, A. Responses of wild watermelon to drought stress: accumulation of an ArgE homologue and citrulline in leaves during water deficits. *Plant Cell Physiol*. 2000. Vol. 41. P. 864–873. DOI: 10.1093/pcp/pcd005 (Last accessed: 10.08.2023).
29. Khan N., Bano A., Rahman M. A., Guo J., Kang Z., Babar M. A. Comparative physiological and metabolic analysis reveals a complex mechanism involved in drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) induced by PGPR and PGRs. *Sci. Rep.* 2019. Vol. 9: 2097. DOI: 10.1038/s41598-019-38702-8 (Last accessed: 14.07.2023).
30. Lewis S. C., King A. D. Dramatically increased rate of observed hot record breaking in recent Australian temperatures. *Geophysical Research Letters*. 2015. Vol. 42. P. 7776–7784. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/2015GL065793> (Last accessed: 14.07.2023).
31. Lu J., Cheng F., Huang Y., Bie Z. Grafting Watermelon Onto Pumpkin Increases Chilling Tolerance by Up Regulating *Arginine Decarboxylase* to Increase Putrescine Biosynthesis. *Front Plant Sci*. 2021. Vol. 12: 812396. DOI: 10.3389/fpls.2021.812396 (Last accessed: 14.07.2023).
32. Malambane G., Madumane K., Sewelo L.T., Batlang U. Drought stress tolerance mechanisms and their potential common indicators to salinity, insights from the wild watermelon (*Citrullus lanatus*): A review. *Front. Plant Sci*. 2023. Vol. 13: 1074395. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1074395> (Last accessed: 14.07.2023).
33. Mall R. K., Gupta A., Sonkar G. 2-Effect of Climate Change on Agricultural Crops. *Crop Modification, Nutrition, and Food Production*. 2017. P. 23–46. DOI: 10.1016/B978-0-444-63661-4.00002-5 (Last accessed: 10.08.2023).
34. Mashilo J., Shimelis H., Contreras-Soto R. I., Ngwepe R. M. A meta-analysis on rootstock-induced effects in grafted watermelon (*Citrullus lanatus* var. *lanatus*). *Scientia Horticulturae*. 2023. Vol. 319: 112158. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112158> (Last accessed: 12.05.2023).
35. Mo Y., Wang Y., Yang R., Zheng J., Liu C., Li H., Ma J., Zhang Y., Wei C., Zhang X. Regulation of Plant Growth, Photosynthesis, Antioxidation and Osmosis by an Arbuscular Mycorrhizal Fungus in Watermelon Seedlings under Well-Watered and Drought Conditions. *Front Plant Sci*. 2016. Vol. 7: 644. DOI: 10.3389/fpls.2016.00644 (Last accessed: 15.08.2023).
36. Nie H., Kim M., Lee S., Lim S., Lee MS., Kim JH., Noh SJ., Park SW., Kim S-T., Shin A-Y., Lee Y., Kwon S-Y. Highquality genome assembly and genetic mapping reveal a gene regulating flesh color in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Front. Plant Sci*. 2023. Vol. 14: 1142856. DOI: 10.3389/fpls.2023.1142856 (Last accessed: 15.09.2023).
37. Perkins S. E. A review on the scientific understanding of heatwaves – their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmospheric Research*. 2015. Vol. 164–165. P. 242–267. URL: <http://www.regionalclimateperspectives.com/uploads/4/4/2/5/44250401/perkins2015heatwavereview.pdf> (Last accessed: 15.08.2023).
38. Perkins-Kirkpatrick S. E., Lewis S. C. Increasing trends in regional heatwaves. *Nature Communications*. 2020. Vol. 11: 3357. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-020-16970-7#citeas> (Last accessed: 10.07.2023).
39. Rolbiecki R., Rolbiecki S., Piszczek P., Figas A., Jagosz B., Ptach W., Prus P., Kazula MJ. Impact of Nitrogen Fertigation on Watermelon Yield Grown on the Very Light Soil in Poland. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(2): 213. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020213> (Last accessed: 12.08.2023).
40. Serhiienko O. V., Shabetia O. M., Linnik Z. P., Serhiienko M. B., Povlin I. Ye. Selection of watermelon starting material by adaptability for breeding for suitability for intensive and organic growing technologies. *Селекція і насінництво*. 2023. Вип. 124. С. 45–55.
41. Shinji K., Chikahiro M., Takayuki K., Shinichiro F., Masato U., Akiho Y. Responses of wild watermelon to drought stress: accumulation of an ArgE homologue and citrulline in leaves during water deficits. *Plant Cell Physiol*. 2000. Vol. 41, Iss. 7. P. 864–873. DOI: 10.1093/pcp/pcd005 (Last accessed: 12.08.2023).
42. Shirani Bidabadi S., Abolghasemi R., Zheng SJ. Grafting of watermelon (*Citrullus lanatus* cv. Mahbubi) onto different squash rootstocks as a means to minimize cadmium toxicity. *Int. J. Phytoremediation*. 2018. Vol. 20(7). P. 730–738. DOI: 10.1080/15226514.2017.1413338 (Last accessed: 10.08.2023).
43. Song Q., Joshi M., DiPiazza J., Joshi V. Functional relevance of citrulline in the vegetative tissues of watermelon during abiotic stresses. *Front. Plant Sci*. 2020. Vol. 11: 512. DOI: 10.3389/fpls.2020.00512 (Last accessed: 12.09.2023).

44. Wei H., Wang M., Jeong BR. Effect of Supplementary Lighting Duration on Growth and Activity of Antioxidant Enzymes in Grafted Watermelon Seedlings. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(3): 337. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10030337> (Last accessed: 11.09.2023).
45. Yanjuan Y., Li Y., Liping W., Shirong G. Bottle gourd rootstock-grafting promotes photosynthesis by regulating the stomata and non-stomata performances in leaves of watermelon seedlings under NaCl stress. *Journal of Plant Physiology*. 2015. Vol. 186–187. P. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.07.013> (Last accessed: 28.08.2023).
46. Yavuz D., Seymen M., Süheri S., Yavuz N., Türkmen Ö., Kurtar E. S. How do rootstocks of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) affect the yield and quality of watermelon under deficit irrigation? *Agricultural Water Management*. 2020. Vol. 241: 106351. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106351> (Last accessed: 10.09.2023).
47. Yoo Y., Boland R., Lyytinen K., Majchrzak A. (). Organizing for Innovation in the Digitized World. *Organization Science*. 2012. Vol. 23, № 5. P. 1398–1408. DOI: 10.1287/orsc.1120.0771 (Last accessed: 12.08.2023).
48. Zeyi W., Shouchao Y., Hengjia Z., Lian L., Chao L., Lili C., Dandan S., Xuan L. Deficit mulched drip irrigation improves yield, quality, and water use efficiency of watermelon in a desert oasis region. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 277: 108103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108103> (Last accessed: 10.08.2023).

L. R. Hryszak, M. Ya. Kravets

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

ANALYSIS OF THE ADAPTIVE POTENTIAL OF THE COMMON WATERMELON (*CIRCULLUS LANATUS* (THUNB.) MATSUM. ET NAKAI) TO GROWTH IN AGRO-ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE WESTERN REGION OF UKRAINE

The results of the research of a number of Ukrainian and foreign researchers regarding modern climate changes that have occurred in Ukraine, which contribute to the cultivation of melon crops, in particular, common watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai), in uncharacteristic agroclimatic zones, are analyzed. It is shown that wild watermelon plants have a high level of expression of genes responsible for: root morphogenesis and their enhanced development; rapid response of the respiratory apparatus water deficit; accumulation of citrulline in the leaves, which has a higher activity of absorbing hydroxyl radicals. Such peculiarities of the genotype of the wild type of watermelon made it possible to significantly expand the range of ecological plasticity to the influence of abiotic factors of its modern cultivated varieties and hybrids. This makes it possible to consistently obtain sufficiently high yields of watermelons in changing growing conditions.

The change in the temperature regime, amount and distribution of precipitation by season, which occurred over the last decades in the Western region of Ukraine, as well as the physicochemical characteristics (density of the upper horizon, water permeability, acidity of the aqueous solution, nutrient regime) of gray podzolized soils and typical chernozems contribute to the cultivation of watermelon ordinary. It was found that in agro-climatic zones atypical for this crop, the adaptive potential and yield of its plants can be significantly increased by using a number of agrotechnological techniques. Using the method of grafting watermelon seedlings onto bottle gourd (*Lagenaria siceraria* Stanld) allows to increase the yield of watermelon fruits and resistance to biotic and abiotic stresses. Optimizing the light regime for growing watermelon seedlings, which involves additional lighting for 10 days with mixed LEDs with a light intensity of 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}$, significantly improves its quality. Ensuring the optimal regime of irrigation of plants at a specific phenophase of their development allows for a purposeful influence on the growth of aerial parts of plants and their yield. Colonization of plants with arbuscular mycorrhiza increases the expression of genes responsible for the processes of photosynthesis and antioxidant response, which significantly increases the resistance of individuals to drought stress.

Key words: ordinary watermelon, adaptive potential, agro-ecological conditions, Western region of Ukraine.

Надійшла 09.11.2023.

¹В. В. ГРУБІНКО, ²А. В. ГРУБІНКО¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

²Західноукраїнський національний університет

вул. Львівська, 11, Тернопіль, 46009

e-mail: v.grubinko@gmail.com

БІОСОЦІАЛЬНА ЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДИНИ В СЕРЕДОВИЩІ ЇЇ ІСНУВАННЯ

Наростання тривоги людства щодо власної долі обумовлено глобальною екологічною кризою, що спричинена інформаційно-техногенною діяльністю. Водночас сучасний екологічний стан є кризовим; із цієї кризи людство прагне вийти; це проблематично.

Зрозуміло, що це значна примітивізація трактування дійсного стану Біосфери. Існують як біологічні, геологічні та географічні, фізико-математичні аспекти описання стану і розвитку природного середовища, так філософсько-світоглядні, етичні й методологічні проблеми розуміння цього питання. Об'єднання всіх підходів спрямоване на вирішення головного питання: «Як сучасне людство вирішуватиме екологічні проблеми?», бо від цього залежить не просто його майбуття, а і сама можливість існування Людини.

У науковому та суспільному загалі склалися два підходи щодо цього питання. Згідно з однією з них, природа людини цілком соціальна. Згідно з іншою, вона не лише соціальна, але і біологічно детермінована. При цьому не йдеться про те, що життєдіяльність людини має не тільки біологічні детермінанти, що визначають залежність людини від набору генів, інтенсивності та спрямованості метаболізму та його регуляторів, а й безліч інших чинників, існування яких є загальноновизнаним. Існують біологічно запрограмовані протосоціальні схеми поведінки людини, проте не всі вони однозначно зрозумілі і не для всіх детально прояснено механізми визначення та регуляції біосоціальних властивостей людини.

Не зважаючи на всю значимість соціальної суті людини, її не можна відривати або протиставляти природному, біологічному началу. Людина – складна природна істота, організм, який має біологічні потреби, функції, вищі інтелектуальні властивості й інші форми психіки. Вона як біологічна істота знаходиться в складних біологічних стосунках з іншими людьми, тваринами, рослинами й мікросвітом та неорганічною природою. Біологічна природа людини є необхідною складовою людської суті.

Щоб бути соціальною істотою, людина має бути раніше живою, що має найбільш складну серед живих істот біологію. Нині, в епоху інформаційно-технологічної революції, біологічні основи людської істоти піддаються потужній деформуючій дії. Нервово-психологічні стреси, забруднення довкілля й інші неспецифічні для історії біосфери чинники зробили однією з глобальних проблем збереження людини як біологічного виду. Це примушує багато в чому переосмислювати проблему співвідношення біологічного і соціального в людині.

Ключові слова: еволюція, людина, середовище існування, природне і соціальне начало.

Імануїл Кант вважав, що існують тільки дві абсолютні речі: «Зоряне небо над людиною і моральний закон в ній!». У цих словах приховано багато глибинних смислів. Утім, безумовно одне, – вони окреслюють проблему ставлення людини до світу. Образно кажучи, безмежний Всесвіт і є світом Людини, світом, до якого вона ставиться, тобто впливає, діє, пізнає та вплив якого відчуває.

Якщо поставити питання про ставлення Людини до природного середовища (а не до світу взагалі), ми вивчатимемо не тільки Людину в її природному довкіллі, а взагалі живе, біоту в певному середовищі.

Наростання тривоги людства щодо власної долі обумовлено глобальною екологічною кризою, що спричинена інформаційно-техногенною діяльністю. Водночас може скластися

враження, що предмет «розмови» уже є вичерпаним, оскільки відомо, що сучасний екологічний стан є кризовим; із цієї кризи людство прагне вийти; це проблематично.

Зрозуміло, що це значна примітивізація трактування дійсного стану Біосфери. Існують як біологічні, геологічні та географічні, фізико-математичні аспекти описання стану й розвитку природного середовища, так філософсько-світоглядні, етичні й методологічні проблеми розуміння цього питання. Об'єднання всіх підходів спрямоване на вирішення головного питання: «Як сучасне людство вирішуватиме екологічні проблеми?», бо від цього залежить не просто його майбуття, а і сама можливість існування Людини.

Справа в тому, що людство прагне жити не лише у вимірах сучасного, а й хоче бути впевненим в можливості та *сталості* свого майбутнього [5]. Йдеться про проблему вимірів майбутнього – не тільки екологічних, а й соціально-економічних та культурологічних.

Людина як біосоціальне утворення. Людина – один з 3 млн відомих зараз біологічних видів на Землі. Філософські суперечки про природу людини мають багатовікову історію. Найчастіше природу людини філософи називають бінарною (подвійною), а саму людину визначають як біосоціальну істоту, яка має членороздільну мову, свідомість, вищі психічні функції, здатна створювати знаряддя, користуватися ними в процесі праці, планувати, свідомо організовувати, контролювати та регулювати свою діяльність.

У науковому та суспільному загалі склалися дві позиції з цього питання. Згідно з однією з них, природа людини цілком соціальна. Згідно з іншою, вона не лише соціальна, але і біологічно детермінована. При цьому не йдеться про те, що життєдіяльність людини має не тільки біологічні детермінанти, що визначають залежність людини від набору генів, інтенсивності та спрямованості метаболізму та його регуляторів, а й безліч інших чинників, існування яких є загально визнаним. Йдеться про те, чи існують біологічно запрограмовані протосоціальні схеми поведінки людини, проте не всі вони однозначно зрозумілі і не для всіх детально прояснено механізми визначення та регуляції біосоціальних властивостей людини.

Не зважаючи на всю значимість соціальної суті людини, її не можна відривати або протиставляти природному, біологічному началу. Людина – складна природна істота, організм, який має біологічні потреби, функції, вищі інтелектуальні властивості й інші форми психіки. Вона, як біологічна істота, знаходиться в складних біологічних стосунках з іншими людьми, тваринами, рослинами і мікросвітом та неорганічною природою. Біологічна природа людини є необхідною складовою людської суті.

Щоб бути соціальною істотою, людина має бути раніше живою, що має найбільш складну серед живих істот біологію. Нині, в епоху інформаційно-технологічної революції, біологічні основи людської істоти піддаються потужній деформуючій дії. Нервово-психологічні стреси, забруднення довкілля й інші неспецифічні для історії біосфери чинники зробили однією з глобальних проблем збереження людини як біологічного виду. Це примушує багато в чому переосмислювати проблему співвідношення біологічного і соціального в людині.

Як будь-який біологічний вид, *Homo sapiens* характеризується сукупністю видових ознак, кожна з яких може змінюватися в різних представників виду. Диференціація окремих індивідів і груп індивідів планети, що населяють її різні райони, привела до адаптації до конкретних особливостей середовища їх мешкання і у них з'явилися специфічні анатомічні і фізіологічні ознаки. Одночасно, належачи до єдиного біологічного виду, представник будь-якої раси або національності *Homo sapiens* має такі властиві цьому виду біологічні параметрами, які дозволяють йому з успіхом брати участь у будь-якій із сфер життєдіяльності усього людського суспільства.

Біологічна природа людини складає ту основу, на якій відбувається формування власне людських якостей. Біологи і філософи називають анатомічні, фізіологічні і психологічні особливості людського організму, які складають біологічну основу діяльності людини як істоти соціальної.

Будучи природною істотою, яка живе за законами природного світу, повноцінно жити і розвиватися людина може тільки в суспільстві подібних до неї людей. Такі важливі чинники життєдіяльності людини як свідомість та мова не передаються людям в порядку біологічної спадковості, а формуються у них прижиттєво, у процесі соціалізації, тобто через засвоєння

індивідом суспільно-історичного досвіду попередніх поколінь, отриманого в результаті взаємодії окремих представників, груп і людства в цілому з навколишнім середовищем.

У процесі антропогенезу (еволюційно-історичного процесу формування людини) сталося виникнення на нашій планеті вищої форми існування матерії – соціальної. Людина розумна є унікальною життєвою формою, яка поєднує в собі біологічну і соціальну суті, що обумовлено тривалим процесом біологічної еволюції і історичного розвитку людства у суспільному вимірі. Соціальність не протиставляє людей решті природи. Відповідно до своєї біологічної організації людина безумовно належить живій природі, царству тварин. Життєдіяльність людського організму ґрунтується на фундаментальних біологічних механізмах, які складають біологічну спадковість людини. Саме тому вона включена в систему природи, яка складалася упродовж більшої частини історії розвитку планети незалежно від соціального чинника і сама ж породила цей чинник. Людина складає своєрідний і невід’ємний компонент біосфери. Особливість біологічної суті людини полягає в тому, що вона проявляється в умовах дії законів вищої, соціальної форми руху матерії. Із соціальної суті людей витікають закономірності і напрями історичного розвитку людства. Біологічні процеси відбуваються в організмі людини і їм належить фундаментальна роль в забезпеченні найважливіших сторін життєздатності і розвитку. Проте, у популяціях людей ці процеси не призводять до результатів, звичних для решти світу живих істот. Так, природний відбір – один з рушійних чинників еволюції організмів – втратив своє значення (наприклад, у видоутворенні) в розвитку людини, поступившись провідною роллю соціальним чинникам.

Процес індивідуального розвитку людини базується на інформації двох типів. Перший її тип є біологічно доцільною інформацією, яка відбиралася і зберігалася в процесі еволюції предкових форм і зафіксована у вигляді генетичної інформації в ДНК (універсальний для усіх живих істот механізм кодування, зберігання, реалізації і передачі з покоління в покоління інформації). Завдяки їй в індивідуальному розвитку людини складається унікальний комплекс структурних і функціональних ознак, які відрізняють її від інших організмів. Другий тип інформації є сумою знань, умінь, що створюються, зберігаються і використовуються поколіннями людей в ході розвитку людського суспільства. Засвоєння цієї інформації індивідуумом відбувається в процесі його навчання, виховання і спілкування в соціумі з отриманням у підсумку нового якісного результату – формування особистості. Ця особливість людини визначається поняттям «соціальної спадковості», властивою виключно людському суспільству.

Отже, людина – одночасно і природна, і суспільна істота.

1. Люди і їх специфічна, тобто вже не чисто біологічна, історія почалася приблизно півтора–два мільйони років тому. Це було обумовлено появою наприкінці третинної або початку четвертинної геологічної епохи видів прямоходячих вищих приматів з головним мозком спочатку ще еволюційно більш близьким до антропоїдів, ніж до сучасної людини, але з рукою, здатною виробляти знаряддя, нехай гранично елементарні, але які свідчать про основний комплекс людських соціально-духовних якостей. Виникнення останніх – «стрибок», навіть «акт».

2. Люди – це вид *Homo sapiens*, що сформувався 40–35 тис. років тому, а остаточно – 25–20 тис. років тому, і тільки така максимальна тривалість людської історії; що ж стосується попередніх півтора–двох мільйонів років розвитку предкових форм, то вони можуть бути повністю інтерпретовані в поняттях природознавства. Перехідний процес становлення людини займає відрізок, що починається з пізніх палеоантропів і включає ранніх неоантропів.

3. Обидві вищевказані межі визначають початок і кінець («два стрибки») процесу формування людини з передуючої тваринної форми.

Кожна з цих трьох ідей претендує на єдино правильне розуміння науково-філософського методу. Кожна спирається на різного роду фактичні дані.

Для повноти слід відзначити і четверту пропоновану позицію: антропоїди (людиноподібні мавпи) мають в зачатку властивості, наприклад «дослідницьку поведінку», «трудова діяльність», які дозволяють протиставити їх представникам всього іншого тваринного царства, – отже, перелом сходить до міоцену.

Вважається, що простежити походження людини як істоти соціальної безпосередньо з суто біологічної форми неможливо, оскільки зв'язок між ними опосередкований – через психічне. Становлення соціальності людини відбувається в ході перетворення соціальної психіки тварин у свідомість людини, засновану на суспільних стосунках, свідомій і трудовій діяльності. Передумови до виникнення соціальності людини, її розвиненої мови і мислення, склалися в ході біологічної еволюції, що привела до формування комплексу морфо-анатомічних і психофізіологічних особливостей, які обумовлюють її унікальність у світі живих істот нашої планети.

При спробі реконструкції процесу походження людини від антропоїдних предків і визначенні рушійних сил (чинників) антропогенезу вимальовується наступна картина. Представникам царства тварин властива (на відміну від інших царств організмів) поведінка, тобто здатність змінювати свої дії, реагувати на дію внутрішніх і зовнішніх чинників. Поведінкові реакції забезпечують швидкі пристосування організму впродовж його індивідуального життя до змінюваних умов середовища (без зміни їх морфофізіологічної організації). Еволюція поведінки тварин пов'язана з прогресивним розвитком у них нервової системи, обумовленим дією природного добору, спрямованого на відбір особин з досконалішою її організацією. Ці провідні еволюційні тенденції в розвитку тварин стають найбільш вираженими в еволюції вищих хребетних (ссавців) і особливо яскраво проявляються в еволюції приматів. Прогресивний розвиток головного мозку (насамперед кори великих півкуль), поява здатності до трудової діяльності і складних форм соціальної поведінки у антропоїдів – передумови появи людини.

Зміна умов мешкання древніх антропоїдів (австралопітеків) – перехід від деревного способу життя до мешкання в степових умовах – привели до прямоходіння і, відповідно, до вивільнення передніх кінцівок. Це, зі свого боку, сприяло розвитку трудової діяльності за допомогою випадково підібраних предметів. Недолік рослинної їжі стимулював хижацтво і спільні дії антропоїдів при полюванні, що при стадному способі життя посилювало значення соціальної поведінки. Проте, австралопітеки знаходилися на прегомінідній стадії антропогенезу, оскільки рівень розвитку головного мозку не міг забезпечити появи здібностей до виготовлення знарядь і виникнення справжньої мови. Уже на цьому етапі, мабуть, починаються процеси прогресивного розвитку верхніх кінцівок і головного мозку, спрямованого на вдосконалення уміння застосовувати знаряддя, підвищення здатності до ручної праці і соціальності. Проводячи аналогію з процесом онтогенезу сучасної людини, антропологі припускають, що розвитку мови не могло статися перш, ніж об'єм мозку досягнув 750–800 см³. Це у поєднанні з деякими анатомічними особливостями дає можливість припускати появу у них примітивної мови. Мислення і мова розвиваються єдиним комплексом, і на підставі палеонтологічних даних ми знаємо, що на цій стадії гомініди набувають здатності до виготовлення примітивних знарядь, використання вогню, спорудження укриттів і примітивних жител. У наступних предкових форм сучасної людини («людини прямоходячої», неандертальців) триває процес прогресивного розвитку головного мозку, вдосконалення умінь у виготовленні різноманітних знарядь і предметів побуту, підвищення рівня соціальності. На усіх цих етапах антропогенезу яскраво виражена внутрішньовидова боротьба за існування і головним чинником еволюції гомінід є груповий відбір.

З появою кроманьйонців (є представниками гомінід) процес видоутворення припиняється. Морфофізіологічні характеристики людини не змінилися з часу появи кроманьйонців. Мабуть, на цьому етапі груповий відбір втрачає провідне значення в розвитку гомінід (у результаті домінування соціальних чинників), біологічна еволюція виду сповільнюється, а активізується соціальна. На відміну від тварин, які пристосовуються до природних умов переважно за рахунок змін на генетичному (мутації та передача генетичної інформації в поколіннях), біохімічному (синтез нових форм або видозміна якості та кількості ферментів – ізоферменти та множинні молекулярні форми ферментів, конформаційні зміни мембранних утворень, зміна набору макромолекул і метаболітів та їх концентрації, зміна спрямування енергетичних і метаболічних систем та циклів тощо), морфофізіологічному рівнях та, частково, за рахунок популяційних стратегій, людина розумна перетворює (видозмінює)

середовище навколо себе (довкілля), користуючись знаряддями праці, виготовляючи одяг, будуючи житло, окультурюючи рослини і одомашнюючи тварин, а згодом (у міру науково-технічного розвитку) надає можливість активної зміни природи в глобальному масштабі. На тлі зростаючої ролі соціальних чинників, що впливають на розвиток людини, відбувається стабілізація структурно-фізіологічної організації людини. Тому процеси, що відбуваються в людському суспільстві, ведуть до посилення «колективного розуму» (розвитку способів накопичення, зберігання і передачі інформації, оволодіння ширшим спектром умов середовища тощо), а не до переважного розмноження окремих «геніальних особин».

Отже, походження людини як біосоціальної істоти стало природним і закономірним результатом її розвитку згідно з законами біологічної еволюції та соціальних форм адаптації до умов середовища існування (природного, групового і соціального), включно в результаті взаємодії з іншими представниками живого світу та визначальними екологічними чинниками.

Людина і середовище її існування. Людина як частина органічного світу знаходиться в тісному контакті зі своїм середовищем існування. Воно складається з безлічі елементів живої і неживої природи і тих елементів, що привносяться людиною в результаті її діяльності. Усі елементи середовища відносно до організму, включно і людського, нерівнозначні: одні з них впливають на життєдіяльність, а інші мало- або незначущі. У зв'язку з цим усі елементи середовища можуть бути згруповані так:

1. Нейтральні чинники – елементи середовища, які не впливають на організм і не викликають у нього ніякої вагової реакції.

2. Екологічні чинники – елементи середовища, які здатні прямо або опосередковано впливати на організм хоч би упродовж однієї з фаз його індивідуального розвитку і викликати у нього специфічну реакцію.

Залежно від можливості споживання або використання при взаємодії з організмом екологічні чинники поділяють на дві категорії:

1. Умови – екологічні чинники середовища існування, які змінюються в часі й просторі і на які організм реагує по-різному залежно від сили та частоти дії чинника (освітлення, температура, вологість, атмосферний тиск, фізичні й хімічні властивості ґрунту тощо). Умови організмом не витрачаються і не вичерпуються.

2. Ресурси – це усі екологічні чинники середовища існування, які організм споживає або використовує і їх кількість (вартісний запас) у результаті взаємодії з організмом може зменшитися. Ресурси – це, переважно, речовини, з яких складається тіло організму, енергія, що залучається для забезпечення його життєдіяльності, а також місце (територія), де протікають ті або інші фази його життєвого циклу.

Організми дикої природи, будучи частиною біогеохімічних циклів, черпають ресурси безпосередньо з природного довкілля. Ці ресурси можна розглядати і як екологічні чинники, зокрема і як лімітуючі, наприклад, велика частина харчових ресурсів. Однак людина не може задовольнятися дарами природи тільки в тій мірі, у якій не повинна порушуватися її рівновага (приблизно один відсоток від ресурсів природної екосистеми), тому їй доводиться використовувати і ті природні ресурси, які накопичені упродовж мільярдів і мільйонів років в надрах Землі. Для створення матеріальних благ людині потрібні метали і неметалічна сировина, а також прісна вода, рослинна і тваринна субстанція і багато іншого.

За джерелами походження ресурси підрозділяються на біологічні, мінеральні й енергетичні. Друга ознака, за якою класифікують ресурси, – їх використання у виробництві. Сюди належать такі, як земельний і лісовий фонди, водні ресурси, корисні копалини, ґрунти тощо.

Людина існує в процесі життєдіяльності, безперервній взаємодії з місцем існування в постійному режимі задоволення своїх потреб. Життєдіяльність – це повсякденна діяльність і час відпочинку людини. Вона протікає в умовах, що створюють загрозу для життя і здоров'я людини. Життєдіяльність характеризується якістю життя і безпекою.

Діяльність – це активна свідомо взаємодія людини з місцем існування. Результатом будь-якої діяльності має бути її корисність для існування людини.

Місце існування (середовище) – це довкілля навколо людини, яка здійснює з ним пряму або опосередковану взаємодію через сукупність чинників (фізичних, біологічних, хімічних і соціальних). Внаслідок безперервної взаємодії утворюється постійна система «Людина – середовище», у якій людина реалізує свої фізіологічні й соціальні потреби. У складі довкілля виділяють природне, техногенне, виробниче і побутове середовище.

Природне середовище (Біосфера) – область поширення життя на Землі (атмосфера, гідросфера, верхня частина літосфери). Вона має як захисні властивості (захист людини від негативних чинників – різниця температур, опади, космічне випромінювання), так і ряд негативних чинників. Тому для використання їх як ресурсу і захисту від їх негативних для людини впливів вона вимушена була створити техносферу.

Техногенне середовище (Техносфера) – місце існування, створене за допомогою дії людей і технічних засобів на природне середовище з метою найкращої відповідності середовища соціальним і економічним потребам.

На сучасному етапі розвитку людини суспільство безперервно взаємодіє з середовищем існування (рис. 1).

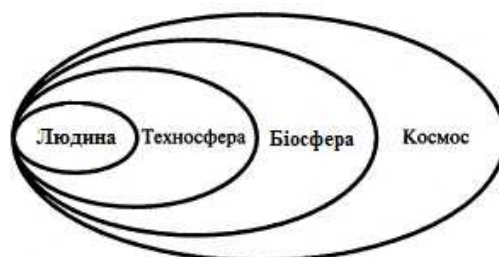


Рис. 1. Місце людини в середовищі її існування (згідно з [8]).

У 20 столітті на Землі виникли зони підвищеного антропогенного і техногенного впливу на природне середовище. Це призвело до часткової і, за окремими показниками, повної деградації біосфери. Цим змінам сприяли такі процеси:

1. Зростання чисельності населення й урбанізація.
2. Зростання споживання енергії та енергетичних, харчових, промислових і будівельних ресурсів.
3. Масове використання транспорту.
4. Зростання витрат на військові цілі.

Внаслідок зміни умов існування людини, розроблено класифікацію цих умов у системі «Людина – середовище»:

1. **Комфортні** (оптимальні) умови діяльності і відпочинку. До них людина пристосована більшою мірою. Присутня найвища працездатність, гарантуються збереження здоров'я і цілісність компонентів місця існування.
2. **Допустимі**. Характеризуються відхиленням рівнів потоків речовин, енергії й інформації від номінальних значень в допустимих межах. Ці умови негативно не впливають на здоров'я, але призводять до дискомфорту і зниження працездатності й продуктивної діяльності. Не викликаються незворотні процеси у людини і місця існування. Допустимі параметри закріплюються в санітарно-гігієнічних нормах.
3. **Небезпечні**. Потоки речовин, енергії й інформації перевищують допустимі рівні дії. Впливають негативно на здоров'я людини. При тривалій дії викликають захворювання і призводять до деградації природного середовища.
4. **Надзвичайно небезпечні**. Потоки за короткий термін можуть викликати патологію або призвести до смерті, викликаючи незворотні руйнування в природному середовищі.

Взаємодія людини з місцем існування може бути позитивною (при комфортному і допустимому стані) і негативною (при небезпечному і надзвичайно небезпечному станах). Багато чинників, що постійно впливають на людину, є несприятливими для здоров'я й активної діяльності.

Біосоціальна природа людини й екологія. Взаємини з навколишнім світом усіх живих істот на Землі, зокрема і людини, визначають загальні екологічні закономірності. Біологічна природа людини проявляється у властивому всьому живому прагненні зберегти своє життя й продовжити його в часі і просторі через розмноження, забезпечити максимум безпеки і комфорту. Ці природні прагнення досягаються через постійні взаємодії людства з місцем існування. Усі люди споживають їжу і виділяють продукти фізіологічного обміну, захищаються від ворогів і уникають інших небезпек, беруть участь в конкуренції за життєві ресурси і сприяють корисним для себе видам. Іншими словами, людству властивий увесь спектр екологічних зв'язків. У цьому полягає основна екологічна схожість людства з популяціями усіх інших біологічних видів. З екологічних позицій людство є загальносвітовою популяцією біологічного виду, складником екосистеми Землі. Однак, очевидно, що вид цей особливий, істотно відмінний від усіх інших мешканців планети. А тому виникають непрості екологічні питання: «Чи підкоряється людство законам фундаментальної екології? Якщо так, то повністю чи частково? Якщо частково, то наскільки?»

Щоб відповісти на ці питання, насамперед, варто розглянути історію взаємовідносин людини з природою.

Еволюція взаємовідносин людини і природного середовища. Процес еволюції організмів призвів до появи людини – найдосконалішого біологічного виду, який, розвиваючись, дедалі більше впливав на природу. На підставі аналізу результатів археологічних, палеонтологічних, антропологічних, історичних і географічних досліджень у взаємовідносинах людського суспільства з природою виділено чотири періоди, що різняться за характером цих стосунків і обсягом заподіяної навколишньому середовищу шкоди.

Перший, давній, період включає палеоліт, мезоліт і неоліт. У палеоліті (від майже 2 млн років до 30–35 тис. років тому) жили збирачі та перші мисливці-пітекантропи, синантропи, неандертальці та кроманьйонці. У мезоліті (від 30 до 10 тис. років тому) до збирання та полювання людей додається рибальство, з'являються більш досконалі знаряддя з кісток, каміння, рогу, дерева (гачки, сітки, сокири, човни, глиняний посуд). Неоліт (8–4 тис. років тому) відзначається появою землеробства, скотарства, свердлування, шліфування, перших будинків, святилищ.

Перший, давній, період характеризується накопиченням знань про природу, пристосуванням людини до природи та порівняно незначним антропогенним впливом на неї. Основним джерелом енергії тоді була мускульна сила людини, яка повністю залежала від природи. Проте, саме в цей період виникла перша глобальна екологічна криза в усіх регіонах розселення людей: відбувається винищення значної кількості великих тварин, випалювання рослинності для полювання та розширення пасовиськ та ріллі на великих територіях призводить до різких змін складу флори, фауни, ґрунтів і клімату в цілому.

Другий період – рабовласницький лад і феодалізм (дохристиянський, ранньохристиянський та період формування сучасних релігій). У цей період інтенсивно розвивається землеробство, скотарство, виникають ремесла, розширюється будівництво сіл, міст, фортець. Людство своєю діяльністю починає завдавати природі відчутної шкоди, особливо після виникнення та розвитку хімії та одержання перших кислот, пороху, фарб, мідного купоросу. Чисельність населення в XV–XVII ст. уже перевищувала 500 млн. Цей період можна назвати періодом активного використання людиною природних ресурсів, взаємодії з природою. Тиск на довкілля в цей час був загалом ще незначним, але спостерігалися локальні та регіональні екологічні кризи: значні території Близького Сходу, Північної та Центральної Африки перетворилися на кам'яні та піщані пустелі.

Третій період (XVIII ст. – перша половина XX ст.) – час бурхливого розвитку фізики, техніки, винайдення парового та електричного двигунів, атомної енергії. Це період активного розвитку локальних і регіональних екологічних криз, протистояння природи та людського суспільства, страшних за своїми екологічними наслідками світових воєн, хижацької експлуатації всіх природних ресурсів. У XX столітті людина отримала можливість активно впливати на довкілля та користуватися раніше недоступними для неї ресурсами. Виникла ідея,

що людина – хазяїн природи, а природа – невичерпне джерело потрібних їй ресурсів. У цьому важливу роль зіграли:

- а) стрімко зростаюча чисельність населення, що зробила можливим фактично необмежене використання трудових ресурсів;
- б) поява атомної енергетики, в ейфорії від якої почало вважатися, що відтепер людство вільне від необхідності застосовувати інші енергетичні джерела;
- в) розробка та створення озброєння нового типу, здатного знищити всю живу природу нашої планети;
- г) формування на базі супутникових та комп'ютерних технологій єдиного світового інформаційного простору.

У сукупності ці фактори визначили у середині та другій половині ХХ століття технократичну стратегію виробництва та використання природних ресурсів.

Четвертий період (останні 40–50 років) характеризується розвитком глобальної екологічної кризи, виникненням і посиленням парникового ефекту, появою теплового і парникового ефектів, суперіндустріалізацією, супермілітаризацією, суперхімізацією, суперспоживанням і суперзабрудненням усіх геосфер.

Особливостями цього періоду є також виникнення та поширення громадського руху за охорону природу в усіх розвинених країнах світу, активне міжнародне співробітництво в галузі охорони довкілля, апогеєм якого встала найбільша в історії всесвітня конференція ООН з проблем навколишнього середовища та розвитку, що відбулася в Ріо-де-Жанейро в червні 1992 р., на якій було прийнято пакет важливих міжнародних угод про охорону біосфери, збереження біологічного розмаїття, клімату тощо.

Оскільки екологічна криза екосфери планети в останній, четвертий, період розвивалася нерівномірно – залежно від обсягів впливу різних антропогенних факторів, її тривалість умовно можна поділити на три етапи:

а) Перший етап (1945–1970 рр.) характеризується нарощуванням гонки озброєнь усіма розвиненими країнами світу, хижацьким знищенням природних ресурсів у всьому світі, розвитком кризових екологічних ситуацій у межах Північної Америки, Європи, окремих регіонів колишнього СРСР.

б) Другий етап (1970–1980 рр.) позначився бурхливим розвитком екологічної кризи в світі (у Японії, більшості регіонів колишнього СРСР, Південної Америки, Азії, Африки), інтенсивним зростанням ступеня забруднення вод Світового океану та космічного простору. Це етап хімізації, максимального світового виробництва пластиків, розвитку глобального мілітаризму, реальної загрози глобальної катастрофи (унаслідок ядерної війни) та виникнення могутнього міжнародного державного й громадського руху за порятунок життя на планеті.

в) Третій етап (з 1980 р. – донині) характеризується зміною ставлення людей на планеті до природи, всебічним розвитком екологічної освіти в усіх країнах, широким громадським рухом за охорону довкілля, виникненням величезної кількості «зелених» організацій, асоціацій, товариств, появою й розвитком альтернативних джерел енергії, розвитком дехімізації та ресурсозберігаючих технологій, прийняттям нових національних і міжнародних законів про охорону природи. На цьому етапі також почалася демілітаризація в найбільш розвинених країнах.

В останній виділений період взаємовідносин людського суспільства з природою людина виступає як могутня геологічна сила, яка змінює стан екосфери всієї планети.

Біологічна організація, здатність до розумної діяльності та планомірного господарювання, запасання та перетворення ресурсів і створення з них нових продуктів дозволяє людині адаптуватися до дуже широкого діапазону зовнішніх умов. Проте і її можливості не безмежні – зараз ми близькі до порогів, за межами яких біологічна організація людства зазнає безповоротних, руйнівних змін. Ніколи раніше середовище існування людини не було настільки насичене іонізуючими випромінюваннями і забруднене хімічними речовинами, шкідливими для неї самої, середовища її існування, украй небезпечним для майбутнього природи загалом, оскільки активізувався мутаційний процес, зросла його негативна дія на спадковість людини та інших організмів. Особливої складності нинішній ситуації надає те, що

згубна дія багатьох чинників (наприклад, радіації) безпосередньо не відчувається людьми і позначиться лише в майбутньому. Усе це робить зневажливе відношення до біології людини неприпустимим. Тим більше, що біологічна організація є самоцінним явищем, і ніякі соціальні цілі не можуть виправдати насильства над нею.

З іншого боку, слід підкреслити, що успіхи сучасної науки в дослідженні біології, генетики і психіки відкривають перед людиною можливості, що дозволяють краще адаптуватися до нових чинників природного і модельного (штучного) середовища і навіть певною мірою перетворювати свою біологічну природу відповідно до нових завдань у сфері пізнання і практики. Це, зі свого боку, ставить низку запитань: «Чи зміниться при цьому зовнішній вигляд людини і як?», «Чи не виникнуть якісь нові форми людського існування, поєднаного з кібернетичними пристроями?», «Чи вступає людство в нову стадію своєї еволюції при безпосередній участі генної інженерії і біокібернетики?» та ін. Ці питання, що стосуються біології, генетики і психіки людини майбутнього, активно дискутуються в сучасній науці.

Тривалий період добіологічного розвитку нашої планети, що визначається дією фізико-хімічних чинників, призвів до появи життя. З моменту появи організми існують і розвиваються в тісній взаємодії з неживою природою – складається принципово інша (планетарних масштабів) система. Розвиток життя в результаті біологічної еволюції, поява усе більш численних і складноорганізованих форм перетворює «живу речовину» (за В. І. Вернадським) планети на потужний геологічний чинник. Відмічаючи потужну дію «живої речовини» на довкілля, дослідник писав: «Еволюція видів переходить в еволюцію біосфери» [2]. У результаті еволюції біосфери відбувається поява людини, з якою пов'язано виникнення нового етапу існування матерії, – соціального. Розвиток людського суспільства призводить до того, що діяльність людини чинить дію, що посилюється, на біосферу і породжує цілий комплекс антропогенних екологічних чинників, які впливають руйнівню на неживу і живу природу планети. Зараз ці процеси нестримно наростають і загрожують глобальною екологічною катастрофою. Подолання цієї кризової ситуації В. І. Вернадський пов'язував з наукою. Саме у ній він убачав ту силу, яка обумовлює новий етап в розвитку біосфери: «Оскільки середовище життя є організована оболонка планети – біосфера, те входження в неї, в ході її геологічно тривалого існування, нового чинника її зміни – наукової роботи людства – є природний процес переходу біосфери в нову фазу, в новий стан – в ноосферу» (ноосфера – «сфера розуму») [3, 6]. В. І. Вернадський розумів під ноосферою новий етап в розвитку, що полягає в розумному регулюванні стосунків людини і природи. Головна мета в побудові ноосфери полягає у збереженні того типу біосфери, у якій виник і може існувати вид Людина. Основне завдання, що стоїть перед наукою, – планування сьогодення в ім'я сталого майбутнього. Завданням сьогоdnішнього дня є виправлення порушень у взаємовідносинах людини і природи, викликаних науково-технічним прогресом і інформаційно-комунікаційною революцією.

Екологічна ніша людини. Людина, не зважаючи на те, що їй властиві багато специфічних характеристик (розум, членороздільна мова, трудова діяльність, біосоціальність та ін.), не втратила своєї біологічної суті і усі закони екології справедливі для неї в тій самій мірі, як і для інших організмів.

Людина має свою, тільки їй властиву, екологічну нішу, тобто сукупність вимог до екологічних чинників, вироблену в процесі еволюції. Простір, у якому локалізована ніша людини (тобто місце, де режими чинників не виходять за межі успадкованої від предків толерантності), дуже обмежений. Як біологічний вид, сучасна людина без техногенних пристосувань може мешкати тільки в межах суші екваторіального поясу (тропіки, субтропіки), де і виникла родина гомінід. По вертикалі ніша тягнеться приблизно на 3,0–3,5 км над рівнем моря.

Завдяки своїм специфічним (у першу чергу соціальним) властивостям, людина розширила межі свого початкового ареалу, розселилася у високих, середніх і низьких широтах, освоєла глибини океану й космічний простір. Проте її фундаментальна екологічна ніша при цьому практично не змінилася, і за межами початкового ареалу вона може виживати, долаючи вплив лімітуючих чинників не шляхом адаптацій, а за допомогою спеціально створюваних захисних пристроїв і пристосувань (опалювані житла, теплий одяг, кисневі прилади тощо), що

лімітують її нішу подібно до того, як це робиться для екзотичних тварин і рослин в зоопарках, океанаріях, ботанічних садах. Тим не менше, повністю відтворити усі чинники, необхідні людині з точки зору закону толерантності, не завжди вдається. Наприклад, у космічному польоті нині практично неможливо відтворити такий чинник, як гравітація, і після повернення на Землю з тривалої космічної експедиції космонавтам потрібен час на реадаптацію.

На ранніх етапах існування людини її діяльність не порушувала рівновагу у біосфері. Споживані людством ресурси природи і продукти її життєдіяльності циркулювали в загальному колообігу речовин так само, як і інших видів живих істот. Але з часом, у результаті зростання чисельності людей і розвитку цивілізації, зростає використання природних ресурсів людським суспільством. Людина стає потужним екологічним чинником, що порушив колишню рівновагу в природі, біосфері [1]. Виробничо-господарська діяльність людини, використання (переробка) природних ресурсів неминуче приводять до утворення побічних продуктів (відходів), що розсіюються в довкіллі. Вони надходять у воду, ґрунт, атмосферу, хімічні сполуки, що потрапляють в їжу, є екологічними чинниками, а отже, елементами екологічної ніші. По відношенню до них (особливо до верхніх меж) стійкість людського організму мала, і такі речовини виявляються лімітуючими чинниками, що руйнують її комфортну екологічну нішу.

Соціо-природний комплекс і екологічна криза. Біосфера існувала до появи на Землі людини, може існувати і без неї. Але людина без біосфери існувати не може. Нині очевидно, що біосфера знаходиться в нерівноважному стані. Вплив людини на навколишню природу сягнув планетарних масштабів і спричинив зміни клімату, ландшафтів, складу атмосфери, видового і чисельного складу живих істот. Знищення лісів призводить до зниження виділення в атмосферу кисню і утилізації вуглекислого газу, до ерозії ґрунтів, порушення водного режиму і зміни клімату. Спалюючи органічне паливо, людина знижує вміст кисню в атмосфері (наприклад, при пробігу автомобілем 100 км шляху витрачається річна норма кисню для однієї людини). За останні роки зафіксовано підвищення вмісту вуглекислого газу в атмосфері, накопичення промислового пилу. Це веде до поглиблення «парникового ефекту» – порушення розсіювання тепла з поверхні Землі в космос, що призводить до поступового потепління клімату на планеті. Згідно з деякими даними за останні 30 років середня температура приземної атмосфери підвищилася на 10⁰C. Якщо тенденція забруднення атмосфери збережеться, то через 30–50 років температура збільшиться ще на декілька ⁰C, що призведе до танення «полярних шапок» і катастрофічного підвищення рівня світового океану. В атмосферу щорічно надходять мільйони тон забруднених речовин. Особливу небезпеку становлять сірчистий газ, який взаємодіє з парами води і є причиною випадання кислотних дощів.

Всюди на нашій планеті відзначається погіршення стану водних екосистем в результаті іригаційних і меліоративних заходів. Відбувається виснаження підземних вод, масове зникнення малих річок, зменшення великих річок, висихання великих водойм (наприклад, Арал). Промислові і побутові стоки, що забруднюють гідросферу отруйними речовинами, солями важких металів, радіонуклеотидами тощо, складають 700 км³ у рік (приблизно 3 % усього планетарного об'єму води). Велику шкоду природним водним системам наносить «теплове забруднення» – скидання термальних вод.

Значна дія людини на літосферу – залучення цілинних земель для сільськогосподарських потреб (нині 30 % суші зайнято угіддями) призводить до ерозії ґрунтів, їх засолювання, підняття ґрунтових вод. У результаті діяльності людини тільки упродовж останніх століть було знищено багато видів рослин і тварин. Серед останніх, наприклад, такі, як тур, стеллерова (морська) корова, епіорніс, дронт, мандруючий голуб і багато інших.

В умовах промислових підприємств багато чинників (шум, вібрація, температура, електромагнітні поля, домішки ряду речовин у повітрі та ін.) здійснюють періодично або постійно вплив на людський організм, що негативно позначається на його стані, самопочутті та здоров'ї: можуть виникати так звані професійні захворювання, періодичні стреси.

Тому актуальним питанням є встановлення глибоких механізмів взаємодії людства із середовищем його життєдіяльності для встановлення і підтримання меж навантаження на біосферу з боку людини і віднайдіння способів підтримання рівноважного протікання природних процесів.

У цьому контексті розглядають два процеси: перший – вплив середовища на здоров'я і життєдіяльність людини як біологічного виду, конкретніше – комфортність середовища для людини, вплив забруднювачів і токсикантів, захворюваність, системи життєзабезпечення тощо; другий – взаємодія цивілізації і створюваних нею модельних систем із середовищем, конкретніше – забруднення середовища, деградація екосистем, екологічні кризи, проблеми стійкого розвитку тощо. На стику цих двох проблем виникає третій напрям – прикладні проблеми, що стосуються створення техніки, технологій і методів для мінімізації впливу людини на середовище; контролю за її станом; управління середовищем; охорони природи і відновлювального природокористування; систем життєзабезпечення тощо.

Проблематика екологічної загрози перейшла в економічну площину, оскільки, насамперед, стосується вартості, що пов'язано з вичерпністю природних ресурсів. Комплекс зазначених питань отримав означення «**екологічна криза**». Тому нині від відповіді на ці всі питання залежить успішність її уникнення або зменшення наслідків, що розглядається як сучасна «**стратегія виживання людства**».

Людство підійшло близько до межі використання доступних ресурсів і через експоненціальний ріст скоро ці межі перейде, що загрожує катастрофою, руйнуванням біосфери, а разом із цим зникненням людства. Брайн Скінер писав: «Ми, *Homo sapiens*, навчилися використовувати величезну кількість природних ресурсів, від яких тепер залежимо... У результаті склалася форма контрольованого існування, яку ми називаємо цивілізацією... Однак, схоже, ми самі себе загнали в кут... Без безперервного постачання природними ресурсами цивілізоване суспільство обов'язково розвалиться, а людська популяція зачахне».

Єдиним шляхом порятунку в такому випадку є обмеження споживання ресурсів. Із 3,2 млрд. га максимально можливих зелених ресурсів ми використовуємо 1,5 млрд га. (табл. 1). Уже використали майже половину доступних водних ресурсів, третину лісових тощо. Згідно з розрахунками 10% стоків вод уже заповнені.

Таблиця 1

Використання основних типів ресурсів біосфери (цит. за [5])

Ресурси	Межа	Використання
Рослини	3,2 млрд. га	1,5 млрд. га
Водні	10 тис. км ³ /рік	4 тис. км ³ /рік
Лісові	6 млрд. га	2 млрд. га
Нафта	2 500 млрд. барелів	610 млрд. барелів
Мінеральна сировина	200 років за нинішньої інтенсивності видобування	
Врожайність зерна	65 ц/га	25 ц/га
Ємність стоків	10	1

На основі таких міркувань була зроблена модель МИР-3 (рис. 2), яка описує стандартний сценарій розвитку людства (зверху показана схема стандартного сценарію майбутнього, модель розроблена до 2100 р.).

Французький професор Ф. Вора вважає, що «екологічний егоїзм» людини був причиною загибелі багатьох древніх цивілізацій, але людство нічому не навчилося: сьогодні цей принцип лежить в основі розвитку всіх країн. Головна мета розвитку будь-якої держави – неперервне економічне зростання. У свідомості людини нашого часу це стало нормою – умови життя постійно покращуються, науково-технічний прогрес безперервний і веде до все більших благ. Чи це можливо безкінечно? Економіст К. Боулдінг дав іронічну відповідь на це питання: «Той, хто вірить, що експоненціальний ріст може продовжуватися безкінечно в небезкінечному світі, той або ненормальний, або економіст» [6].

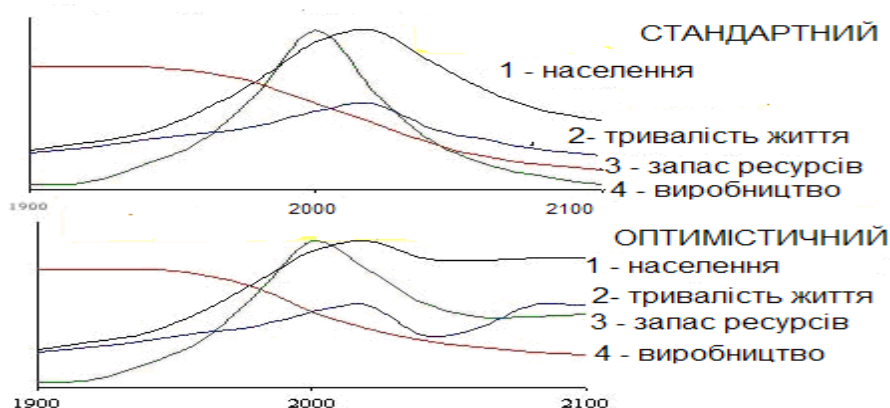


Рис. 2. Сценарії можливого розвитку людства в біосфері (цит. за [5]).

Якщо вкласти в цю модель подвоєне значення межі, та, якщо у нас у два рази більше ресурсів, ніж зараз доступні (освоїмо нові недоступні ресурси – енергію стихій, малодоступну мінеральну сировину, змодельємо нові організми за допомогою геномних технологій тощо) і якщо будуть надпотужні безвідходні технології переробки сировини, картина принципово не зміниться, або зміститься на 20–30 років. З 1995 р. багатьма країнами, насамперед Азії та Близького Сходу, прийнята й реалізується програма стабілізації населення (1 сім'я – 2 дитини), там впроваджуються безвідходні і ресурсоощадливі технології. Подвоєння межі екологічної стабільності призведе до певної стабілізації.

Запропоновано:

- *в соціально-економічному відношенні*: припинення зростання чисельності населення (1 сім'я – 2 дитини, ефективність контролю – 100 %); стабілізація промислового виробництва на рівні 350\$ на людину на рік); запровадження «безвідходних» і ресурсозберігаючих (ощадних) технологій (зниження ресурсовикористання та забруднення до рівня 1975 р.);
- *у відношенні ресурсовикористання*: темпи споживання відновлюваних ресурсів не повинні перевищувати темпів їх регенерації; темпи споживання невідновлюваних ресурсів не повинні перевищувати темпів їх заміни на відновлювані (наприклад, заміна нафтових вуглеводнів на біопаливо чи фізичні енергетичні джерела атмо- і гідросфер); темпи викидання забруднюючих речовин не повинні перевищувати темпів їх природної «переробки» (розкладання).

Вимоги дуже жорсткі. Разом з тим, ефективність впровадження цих механізмів є дуже низькою. Медоузи розробили модель до 2015 р., ми досягли цього часу, але ситуація тільки погіршується, і чим пізніше будуть прийняті заходи з її покращення, тим більше «оптимістичний» сценарій буде наближатися до стандартного.

Однак запропонована й інша теорія. Вона називається «теорією золотого мільярда» і належить фізику В. Г. Горшкову (розроблена у 1990–1995 рр.) [4]. Принцип цієї теорії стабільності біосфери заснований на термодинамічній моделі. Основні її положення такі:

1. Біосфера є системою, яка функціонує згідно з принципом Ле Шательє (компенсація зовнішньої дії внутрішніми механізмами).
2. Дія механізмів стійкості забезпечується «незворушливою біотою», тобто непорушними природними екосистемами.
3. Руйнування природних екосистем призводить до втрати стійкості біосфери, її руйнування і наступної загибелі цивілізації.

Сучасна цивілізація вже перевищила межі тиску на біоту, що привело до порушення принципу Ле Шательє (біосфера втрачає керованість, про що свідчать зміни клімату, порушення колообігів, забруднення середовища тощо).

Стійкість суші, на думку В. Г. Горшкова, була порушена ще з середини XVIII ст. до початку XX ст. і підтримувалася за рахунок океану, після чого вона була порушена глобально. Межі порушення біоти: площа порушених екосистем не повинна перевищувати 20 % від площі

суші, а нині порушено вже 60 %; частка антропогенного споживання продукції біосфери не повинна перевищувати 1 %, а нині вона складає 10 %. Тобто тут також є межі, але інші (рис. 3).

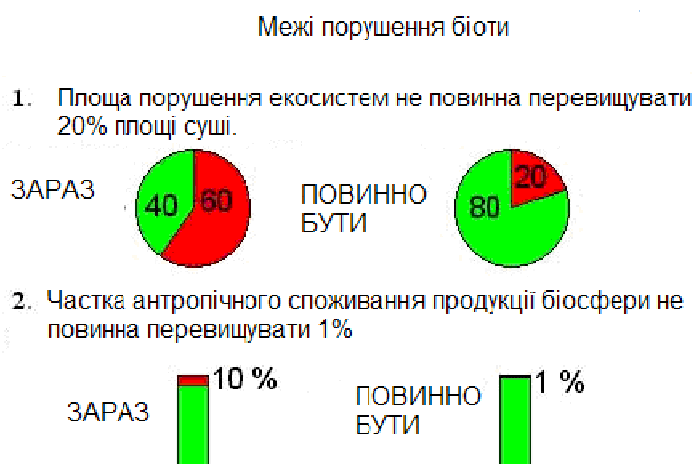


Рис. 3. Реальні та ефективні межі порушення біоти (цит. за [5]).

У соціально-економічному відношенні пропонується скорочення чисельності населення упродовж декількох десятиліть в 10 разів до 0,5–1 млрд осіб.

Щодо ресурсовикористання запропоновано:

1. Фактичну відмову від використання невідновлюваних ресурсів: зменшення їх експлуатації у сотні разів.
2. Зупинення зростання енергоспоживання (насамперед ТЕС і АЕС).
3. Скорочення вирубування лісів як мінімум у 10 разів.
4. Зупинення експансії на ще неосвоені землі і скорочення вже використовуваних в 3 рази.

Як це зробити – невідомо, бо, включно з автором теорії, зрозуміло, що демографічними методами це зробити не вдасться.

Отже, у двох класичних теоріях стабільності біосфери присутні дуже жорсткі вимоги до чисельності населення і ресурсовикористання. Якщо ці вимоги не будуть виконані у найближчі десятиліття, можлива загроза катастрофи.

Водночас, навіть за безвиході, нереально не тільки скоротити зростання чисельності населення, але й призупинити його (досвід Китаю, Індії, Бразилії тощо), а перехід тільки на відновлювані ресурси також неможливий. Крім того, ці моделі не перевірені практично і не обґрунтовані математичними розрахунками, тому можлива помилка. Автори зовсім не врахували «внутрішній потенціал» (за В. І. Вернадським – геологічну функцію і роль «живої речовини») живих систем.

Розглянемо з цих позицій взаємодію людини з ресурсами природи:

1. Природно-відновлювані ресурси (повітря, вода, рослинна і тваринна біомаса): відновлюються після використання до вихідного стану за рахунок природних механізмів; продуктивність цих механізмів має свою межу (наприклад, очищувальна здатність екосистем обмежена); людина може інтенсифікувати ці механізми за рахунок розвитку технологій.

2. Антропогенно-відновлювані ресурси (метали, сірка, солі, будівельні матеріали тощо): відновлення здійснює тільки людина за рахунок наявних у неї засобів; ресурси можуть бути відновлені до вихідного стану, але природні механізми для цього відсутні, тому використовуються тільки штучні технології та модельні системи.

3. Невідновлювані ресурси (енергоресурси вуглеводного типу – нафта, газ, вугілля, неуглеводні – уран, алмази тощо).

ОГЛЯДИ

4. Умовно невичерпні ресурси (сонячна і гравітаційна енергії): надходять з-поза меж біосфери; за їх рахунок функціонують природні механізми відновлення ресурсів.

Співвідношення між ресурсами подано в табл. 2.

Таблиця 2

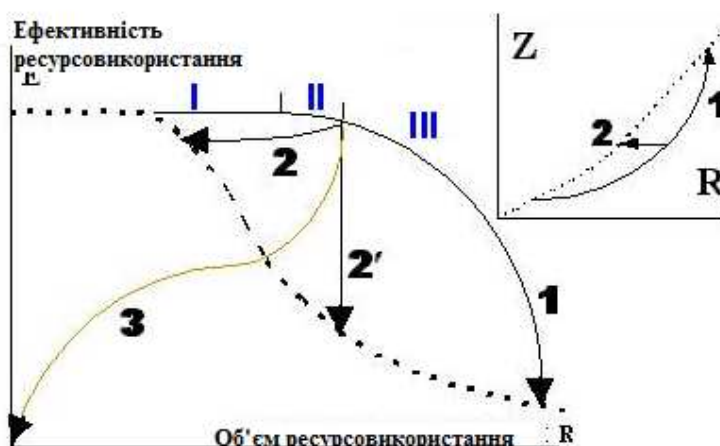
Співвідношення ресурсів

Ресурси	Млн. т.	%
Природно-відновні	3 655 131	99,7
Вода	3 240 000	
Повітря	400 000	
Біомаса рослин	14 272	
Біомаса тварин	859	
Антропогенно-відновні	3 140	0,1
Метали	1 640	
Інші	1 500	
Невідновні	6 593	0,2
Вуглеводні викопні	6 593	
Радіоактивні матеріали	0,1	
РАЗОМ	3 664 864	100

Видно, що відновлюваних ресурсів більше, вони можуть бути залучені до колообігу «ресурс – відходи – ресурс» за рахунок природних і антропогенних механізмів (технологій).

У реальності ми не рухаємося по рівноважній траєкторії (рис. 4).

ТРАЕКТОРІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ



- 1 – СОЦІАЛЬНО-БЛАГОПРИЄМНИЙ ВИХІД З КРИЗИ**
- 2 – СОЦІАЛЬНО-НЕБЛАГОПРИЄМНИЙ ВИХІД З КРИЗИ**
- 3 – КАТАСТРОФІЧНИЙ "ВИХІД З КРИЗИ"**

Рис. 4. Траєкторії екологічної кризи (цит. за [5]).

Ми спочатку відходимо від неї (фаза I), збільшуючи обсяги ресурсовикористання без відповідних вкладень у відновлення ресурсів, і отримуємо в результаті надлишок ресурсів. Однак, коли ресурси вичерпуються, витрати на їх отримання зростають, ефективність зменшується (фаза II).

Вихід з ситуації можливий за трьома сценаріями:

1. Соціально-сприятливий – вкладаємо засоби на відновлення, що знижує ефективність. У результаті виходимо на рівноважну траєкторію.

2. Соціально-несприятливий – засобів на відновлення немає, обсяги ресурсовикористання скорочуються до рівноважного.

3. Катастрофічний – ресурси вичерпані, немає механізму їх природного чи антропогенного відновлення, обсяги ресурсовикористання падають до нуля, що спричиняє загибель цивілізації.

Зазначене вище відображає механізм розвитку екологічної кризи, під якою ми розуміємо такий етап розвитку системи «суспільство-природа», за якого високоефективне збільшення обсягів ресурсовикористання і споживання, що досягнуте за рахунок вичерпання ресурсів, певним чином повинно змінитися на відновлення ресурсо-екологічної рівноваги.

На початку 20-го століття криза поглибилася, хоча вкладення на відновлення затрачені, проте їх хронічно не вистачало. Лише в 1950-х роках розпочалося активне збільшення вкладень у регенерацію агроресурсів при переході до сучасного агропромислового виробництва. Їх 10-разове зростання дозволило в 6 разів підвищити обсяги ресурсовикористання і при цьому ефективно відновити ресурсно-екологічну рівновагу – призупинити виснаження ґрунтів та ослабити дегресію пасовищ. Платою за це стало зниження ефективності майже в 2 рази – з 1,5 до 0,9 дж/дж.

Криза з катастрофічним наслідком: людина знищила популяцію мамонтів і майже знищила популяцію китів і перейшла межу природного відновлення їх популяцій, потім ми знищували ресурси, якими живляться кити (планктон і ракоподібні), як наслідок – китів стало мало і почала падати ефективність їх добування. У нас стали дуже досконалі технології китобійного промислу, тому голубих китів винищено повністю. Це криза «від глупоти» щодо ставлення до окремих видів, але такі кризи ініціюють і розривають ланцюжки зниження регенераційного потенціалу природи загалом.

Висновки

Отже, настав час повороту від уявлень цивілізації як біосферокористувача до переконань про те, що все-таки існують деякі біосферні механізми регуляції людської діяльності. Водночас їх треба розшифрувати, усвідомити і перевести в практичну площину використання в природокористувальній та природоперетворюючій діяльності.

Ми знаємо також, що з таких станів самоорганізуючі системи, до яких належить і біосфера, виходять стрибкоподібно (революційно). Біосфера підходить до точки біфуркації, за якою лежать декілька можливих варіантів майбутнього. Серед них, як уже було зазначено, можливість екологічної катастрофи, повне зникнення життя на Землі, або, принаймні, існування життя, але вже без людства. Найбільш сприятливим виходом для людства з цієї ситуації є удосконалення ноосфери. В. І. Вернадський розглядав людську діяльність як нову потужну перетворюючу геологічну силу, як чинник, який гігантськи прискорює перетворення біосфери. Він представляв ноосферу не у вузьконауковому, а в широкому соціально-культурному сенсі. Присутність розуму в системі, що знаходиться в ситуації переходу, змінює цю ситуацію. Запобігти перехідному процесу у біосфері людина не в силах, але є можливість звести до мінімуму або зовсім прибрати ті несприятливі флуктуації, які підштовхують нестійку систему до небажаних для людини варіантів переходу. Так, заборона і повне знищення ядерної і хімічної зброї усуне флуктуацію, здатну викликати знищення біосфери у військовому конфлікті. Ще краще, якщо будуть досягнуті домовленості про скорочення і знищення звичайних видів озброєнь, а ресурси, що вивільнилися при цьому, будуть спрямовані на вирішення екологічних проблем. Також очевидно, що екологічні проблеми треба вирішувати щодня спільними зусиллями усіх країн, народів, усіх людей.

Виходячи з усього зазначеного, людству також не обійтися без зниження споживання енергії, економного ведення промислового виробництва, скорочення видобування і витрачання найважливіших корисних копалин.

Необхідно також усвідомити демографічні проблеми, змінити відношення до тваринного і рослинного світу планети. Усе це неможливо без наукового передбачення результатів будь-якої природоперетворюючої і соціальної діяльності людей, а також без створення налагодженої системи управління і контролю за впровадженням в життя нових заходів.

Можна стверджувати, що в ситуації переходу за допомогою стрибка людство тримає іспит на розумність. Від нас залежить наше майбутнє, яким воно буде і чи буде воно взагалі. Іншого шляху немає. Усвідомлення глобальної екологічної небезпеки, що загрожує загибеллю людству,

змусило світову спільноту шукати нові шляхи виходу з становища, що склалося, і привело до розуміння необхідності розробки нової концепції природокористування та моделювання світобудови на основі нового принципу – «концепції сталого (стійкого) розвитку».

Ця концепція була прийнята на конференції ООН з довкілля і розвитку (1992 рік, Ріо-де-Жанейро), у якій була відмічена неможливість прогресу країн, що розвиваються, по шляху, який пройшли розвинені країни. Було визнано, що ця модель розвитку завершиться загибеллю людства. Тому була проголошена необхідність переходу світової спільноти на шлях сталого розвитку, тобто розвитку суспільства на базі екологічно доцільного природокористування, що забезпечує високу якість життя для людей цілого ряду поколінь.

1. Bratko Z. T., Kharchenko P. Yu. Homo Sapiens vs. Homo Technokratikus. K.: Lybid, 1991. 248 p.
2. Vernadsky V. I. Biosphere and noosphere. M.: Mir, 1989. 263 p.
3. Vernadsky V. I. Scientific thought as a planetary phenomenon. M.: Mir, 1989. 192 p.
4. Hrubinko V. V. Biosocial evolution of man, environment and sustainable development. Ternopil: Volodymyr Hnatyuk TNPUB Publishing Department, 2015. 92 p.
5. Duvignot P., Tang M. Biosphere and a person's place in it (Ecological systems and biosphere). Trans. with French, 2 ed. M.: Mir, 1973. 254 p.
6. Evolution. M.: Mir, 1981. URL: <http://biospace.nw/evoeco/> (Last accessed: 15.11.2023).
7. Lebedev V. I. Personality in extreme conditions. M.: Mir, 1989. 304 p.
8. Abrams P. A., Allison T. D. Complexity, stability, and functional response. *Amer. Natur.* 1982. V. 119, No. 2. P. 240–249.
9. Cronin I. E., Boaz N. T., Stringer V., Rak Y. Tempo and mode in hominid evolution. *Nature.* 1981. Vol. 292. P. 113–122.

¹V. V. Hrubinko, ²A. V. Hrubinko

¹Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

²Western Ukrainian National University, Ukraine

BIOSOCIAL EVOLUTION OF MAN IN THE ENVIRONMENT OF HIS EXISTENCE

The growing anxiety of humanity about its own fate is due to the global ecological crisis caused by information and technogenic activities. At the same time, the current ecological situation is a crisis; humanity seeks to get out of this crisis; this is problematic.

There are both biological, geological and geographical, physical and mathematical aspects of describing the state and development of the natural environment, as well as philosophical, worldview, ethical and methodological problems of understanding this issue. The unification of all approaches is aimed at solving the main question: "How will modern humanity solve environmental problems?", because not only its future depends on it, but also the very possibility of the existence of Man.

In scientific literature and in mass media there were two views on this issue. According to one of them, the nature of man is fully social. According to the other, it is not only social, but biologically determined as well. Hence, the argument suggests that the vital functions of humans are not solely determined by biological factors such as genetic makeup, metabolic intensity, and regulatory mechanisms. Rather, they are influenced by an endless array of other factors, not limited to these. The existence of these factors is recognized by everyone. Speech suggests that there are biologically programmed proto-social patterns of human behavior, yet not all of them are easily understood. Additionally, the mechanisms for determining and adjusting biosocial properties are not fully clarified in detail for all.

To be a social creature, a man must be before living, that has the most difficult among living creatures biology. Presently, in the epoch of informatively technological revolution, biological bases of human creatures yield to the powerful deforming action. Neuropsychological stresses, environmental contaminants, and other factors alien to the history of the biosphere pose one of the global challenges in maintaining humans as a biological species. This compels us to reconsider the issue of the correlation between the biological and social aspects of humanity to a significant extent.

Key words: evolution, man, habitat, natural and social principle.

Надійшла 10.11.2023.

В. І. КОГУТ, Г. Б. ГУМЕНЮК, В. В. ГРУБІНКО, О. Е. ЛУКАЦУК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: vp227473@gmail.com

СТАЛИЙ РОЗВИТОК КРІЗЬ ПРИЗМУ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

У статті охарактеризовано проблеми та шляхи реалізації концепції сталого розвитку в Україні на основі передового досвіду країн Європейського Союзу. Встановлено, що євроінтеграційні кроки України потребують добору та модернізації стандартів і норм, які діють у ЄС. За загострення соціально-економічних, політичних проблем на тлі екологічної деградації важливим чинником удосконалення концепції сталого розвитку в світі стає застосування у високорозвинутих державах інноваційних технологій, що дозволяють покращити економічне зростання і людський розвиток із найбільш раціональним і безвідходним використанням природних ресурсів.

Обов'язковою умовою у формуванні національних і регіональних стратегій та програм в економічному, екологічному та соціальному аспектах є застосування цілей сталого розвитку. В Україні імplementовані цілі сталого розвитку в національній економіці та визначено основні шляхи їх досягнення на локальному, регіональному й глобальному рівнях. Попри це залишається багато проблемних питань, які загальмовують перехід до інноваційної моделі функціонування соціо-економічної системи на принципах концепції сталого розвитку [4].

Головними проблемами є такі: застаріла й недосконала нормативно-правова та матеріально-технічна бази; відсутність кваліфікованих кадрів; конфлікти політичних інтересів у прийнятті правильних рішень; високий рівень корупції і, як наслідок, нестача фінансів для розвитку екопроектів; низький рівень інноваційної активності; орієнтація інвесторів на отримання швидких прибутків без довгострокового вкладання коштів; відсутність правових норм щодо стимулювання екологічної політики та недостатня кількість екологічних інвестицій.

Невідвратною стала невинуватена повномасштабна військова агресія росії, починаючи із 24 лютого 2022 року, що загальмувала впровадження сталого розвитку України. Проте навіть у рамках воєнного часу постає актуальним питання щодо рекультивациі на звільнених землях зруйнованого природнього територіального комплексу на інноваційних засадах та ефективних моделях сталого розвитку із застосуванням досвіду країн ЄС у сфері формування і реалізації стратегій концепції та її подальший розвиток у повоєнний час зокрема [6].

Ключові слова: сталий розвиток, концепція сталого розвитку, цілі, збереження природнього середовища, соціально-економічний аспект, довкілля.

Глобальні екологічні проблеми є значною загрозою для існування людства, тому питання охорони й захисту довкілля стоять на порядку денному наукової світової спільноти, що розробляє нові концепції із їх вирішення [2].

Усвідомлення глобальної небезпеки стало причиною появи концепції сталого (збалансованого) розвитку, яку розглядають як скоординований план щодо подальшого виживання людства в контексті збереження природнього середовища для майбутніх поколінь. Головним імперативом високорозвинутих країн, як-от: США, Канада, Японія, Великобританія, Німеччина, Франція, Італія – є активне використання стратегії в усіх сферах діяльності держав, що обумовлює їх успішність, зокрема в соціально-економічному аспекті. Це дає можливість стверджувати, що концепція сталого розвитку може бути впроваджена на прикладній основі в Україні, яка стала на шлях євроінтеграції. Оскільки після Перемоги нашої державі необхідно не просто відбудувати, а вдосконалити економічний потенціал та створити умови для соціально-економічного розвитку на основі цілей концепції, тому доцільно розглянути досвід впровадження положень в країнах ЄС [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій дозволяє стверджувати, що на сьогодні питання прикладного застосування концепції сталого розвитку було висвітлено у працях українських (Горбаль Н. І., Мазурик М. М., Микитин О. З. [1]; Зомчак Л. М., Коваль Л. О. [2]; Карпенко Г.Ю. [4]; Котляревський Я. В., Троцький Т. В., Дяченко М. О. [6]; Прадун В. П. [7]; Руда М. В., Мазурик М. М. [8]; Сак Т. [9]; Сітнікова Н. П. [10]; Філіпенко А. С. [13]; Спрягайло О. В. [12]; Чернік С. Д. [15]; Шпак Н., Мельник О., Горбаль Н. [16]) та світових дослідників (Кейтс Р. В., Парріс Т. М., Лейзеровіц А. А. [5]; Снеддон С., Ховарт Р. [11]; Халс Дж. Х. [14]), проте наукові доробки носять фрагментарний характер і потребують як уточнення, так і доопрацювання, що і визначає актуальність подальших досліджень.

Мета дослідження полягала у вивченні фундаменталізації концепції сталого розвитку в умовах впливу військової агресії росії проти України. Було проаналізовано питання сталого розвитку в контексті його реалізації в країнах Європейського Союзу та Україні.

Об'єктом дослідження є соціально-економічна й екологічна ситуація в Україні, а предметом – вплив результатів війни на соціально-економічну й екологічну ситуацію в Україні, а також визначення досвіду країн ЄС у подоланні подібних проблем в контексті сталого розвитку.

Основними завданнями є:

- аналіз досвіду держав ЄС у впровадженні концепції сталого розвитку з метою розробки найбільш доцільної стратегії її імплементації в Україні;
- обґрунтування методичних підходів щодо оцінювання й моніторингу сталого розвитку в Україні;
- дослідження досвіду країн ЄС у сфері реалізації концепції сталого розвитку, що розкривається через історичну призму;
- вдосконалення методів впровадження інноваційного розвитку щодо організаційно-економічних засад.

У науковій літературі поняття «сталий розвиток» трактується по-різному. Нині є понад три десятки визначень поняття «сталий (збалансований) розвиток». Згідно з висновками вчених Лондонського центру еколого-економічних досліджень доцільно виокремити декілька різних підходів до визначення змісту поняття «сталий розвиток», зокрема: Данилишин Б. М., Міщенко В. С. розуміють під цим поняттям неперервний процес змін; Герасимчук З. В., Прадун В. П. – стабільну рівновагу, що відбувається у динаміці й співвідношенні; Філіпенко А. С. розуміє його як економічне зростання та баланс і інтеграцію між економічними, екологічними і соціальними потребами людства. Усі погляди в комплексі вибудовують єдину систему складових істотних ознак поняття [13].

Халс Дж. Х. (2007) у праці «Сталый розвиток під загрозою: ігнорування минулого» зазначає, що Скандинавські країни ЄС (Швеція та Данія) узагальнено розглядають сталий розвиток як запропоновану світовим співтовариством уточнювальну та деталізовану сучасну концепцію подальшої стратегії розвитку суспільства на основі оптимізації економічної діяльності із використанням екологічного складника [14].

Сітнікова Н. П. (2012) у праці «Досвід стратегічного планування сталого розвитку у країнах Європейського союзу» визначає, що сталий розвиток у країнах Західної Європи, зокрема країн Бенілюксу (Бельгії, Люксембургу і Нідерландів), а також Франція розглядають термін загалом як розвиток без виходу за межі оптимуму стану навколишнього середовища [10].

Колектив американських науковців у галузі географії університету Брауна – Кейтс Р. В., Парріс Т. М., Лейзеровіц А. А. (2005) – описують розуміння сталого розвитку в країнах Центральної Європи (Польщі, Чехії, Словаччині) як стабілізацію усіх біогеохімічних циклів і скорочення порушень екологічного балансу середовища на всіх рівнях глобалізації, мінімізуючи при цьому витрати ресурсів, що не відновлюються [4].

Серед українських науковців визначення «сталого розвитку» є також досить поширеним. Зокрема Зомчак Л. М. та Коваль Л. О. (2022) у праці «Регіональний розвиток України у контексті концепції сталого розвитку» подають власне визначення сталого розвитку як процесу, інноваційного та екологічно збалансованого типу функціонування цивілізації, що

максимізує чисті вигоди економічного розвитку при збереженні природних ресурсів і забезпеченні їх якості в часі, що приводить до позитивних структурних змін в економіці й суспільстві [2]. Також вчені виокремлюють досить важливий показник – індекс збалансованості розвитку країн світу (рис. 1).

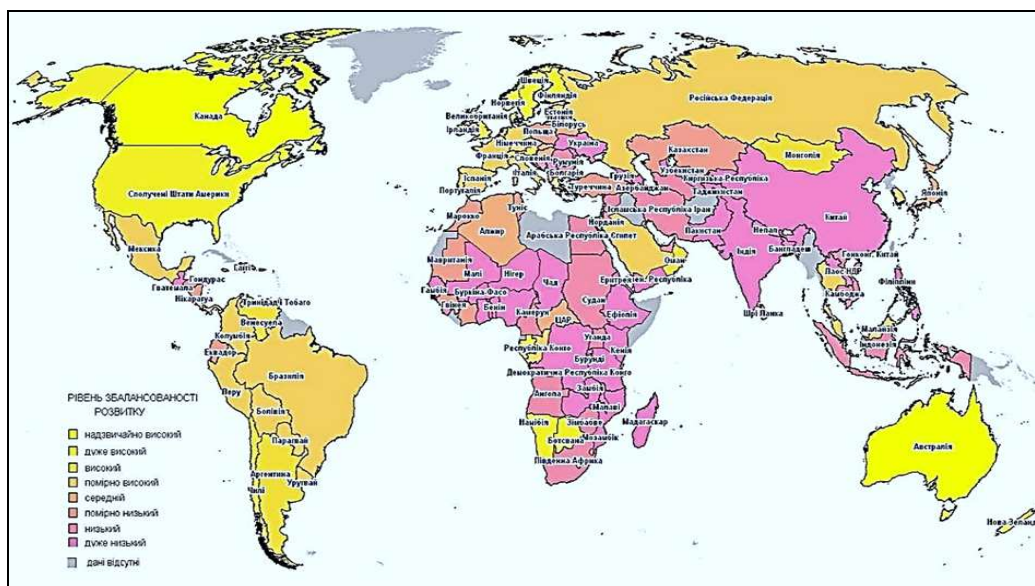


Рис. 1. Карта індексу збалансованості країн світу (2018)

Алімпієв Є. В. (2019), визначаючи ступінь рівня економічної безпеки у макроекономіці, виділяє важливу роль для індексу збалансованості, що у науковій літературі позначають як індекс ALK, або ж «BDI» – Bilanced Development Index і використовують з метою визначення ступеня якісних та кількісних статистичних показників сталого розвитку у країнах світу. Його було розроблено польськими вченими Адамом Ногою та Анджеєм Козмінським і активно використовують з 1999 року [7]. Індекс збалансованості (ALK) – це показник оцінки ступеня добробуту і макроекономічної рівноваги, що відображає рівень соціально-економічної сталості й ґрунтується на методі статистичної оцінки відхилення обраних груп показників, включених в індекс від їх середніх значень. Збалансованість (ALK) включає 45 показників соціально-економічного розвитку країн, що ієрархізовані у такі групи: 1) внутрішньо економічні фактори (рентабельність підприємств, динаміка ВВП, безробіття, рівень інфляції та споживання); 2) зовнішньоекономічні фактори (різниця у показниках відсоткових ставок національної та іноземної валюти, порівняння динаміки експорту різних країн або ж співвідношення між експортом та імпортом); 3) суб'єктивні та об'єктивні фактори поточного соціально-економічного стану в країнах (рівень розвитку науки та освіти, спорту, соціальних взаємин, охорони здоров'я); 4) соціально-економічні прогнози (моделювання) ситуації виникнення соціально-економічних проблем як на глобальному, так і на локальному рівнях) [8].

Науковці зазначають основні принципи сталого розвитку: 1) міжгенераційна справедливість; 2) стале використання природних ресурсів; 3) принцип справедливого використання з урахуванням інтересів усіх сторін; 4) принцип інтеграції питань екології в усі сфери життя суспільства [5].

Точніше визначення «сталого розвитку» подає Карпенко Г. Ю. (2022) у дисертаційній роботі «Формування інноваційної моделі сталого розвитку регіонів в умовах глобальної турбулентності», де під цим поняттям розуміє розвиток суспільства, що дає змогу задовольнити потреби сучасності, не ставлячи під загрозу ресурсозабезпеченість майбутніх поколінь. Дослідник вважає, що для реалізації стратегії концепції в Україні насамперед необхідно сформувати та впроваджувати на основі уже наявних моделей європейських держав відповідні законодавчо-правові норми [4].

Багато вчених почали розвивати ідеї сталого розвитку уже в кінці ХХ ст. Так, Джорджеску-Роген Н. пов'язує розвиток економіки з природними обмеженнями та робить спроби поєднати термодинаміку з економікою довкілля. Боулдинг К. обґрунтував проблеми принципу рівноваги речовини в довкіллі. Айрес Г. і Кохрсен Л. використовували підхід балансу матеріалів у вхідних і вихідних системах [9].

Для розуміння сутності розвитку концепції варто розглядати її через призму історичних етапів. Уперше питання плану дій щодо екологічної діяльності на міжнародному рівні було винесено на порядок денний під час Першої Всесвітньої конференції ООН «Людина і навколишнє середовище» 1972 року в Стокгольмі (Швеція), де офіційно з'явився термін «сталий розвиток».

Подальша ключова зустріч зі сталого розвитку відбулась у 1982 році в Найробі (Кенія). Наслідком стала Декларація Асамблеї ООН, що акцентувала увагу на основних екологічних проблемах, які необхідно розглянути UNEP у наступні 10 років.

Важливою у популяризації поняття сталого розвитку стала доповідь Міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку «Наше спільне майбутнє» (довідь Брундтланд Г.) 1987 року [4].

Першою конференцією, яка підняла питання щодо необхідності прийняття термінових дій для вирішення проблеми деградації довкілля, стала «Конференція ООН по навколишньому середовищу», що відбулась у 1992 році в Стокгольмі (Швеція).

Після «Конференції ООН по навколишньому середовищу та розвитку» у 1992 році у Ріо-де-Жанейро (Бразилія) концепція сталого розвитку набула провідного статусу, а термін «сталий (збалансований) розвиток» був використаний як її назва, що ототожнювала стратегію виживання всього людства. Основою концепції став системний підхід та сучасні інноваційні технологічні здобутки, що дозволили б дуже швидко змодельовати різні варіанти напрямків розвитку, з високою точністю прогнозувати їх результати та вибрати найбільш оптимальний підхід до вирішення проблем, що інтегрує процеси економічного і соціального розвитку з діяльністю з охорони довкілля.

У 1992 році пройшла Генеральна Асамблея ООН, що прийняла рішення про заснування «Комісії сталого розвитку» з метою забезпечення ефективності у впровадженні рішень UNCED.

У Нью-Йорку (США) 1997 року на спеціальній сесії Генеральної Асамблеї «Планета Земля+5» прийняли важливу Програму, яка стосувалась подальшого виконання «Порядку денного на ХХІ століття».

У «Резолюції Генеральної Асамблеї ООН 55/2» у 2002 році ухвалено головні «Цілі розвитку тисячоліття», які покликані подолати бідність у світі. У цьому ж році у Йоганнесбурзі (ПАР) на Всесвітній зустрічі з питань сталого розвитку «Саміт Землі – 2002» відбулось прийняття важливих документів: «Йоганнесбурзької декларації по сталому розвитку» та «Плану виконання рішень» [14].

У 2010 році розроблено й реалізовано Стратегію «Європа 2020», у якій окреслено п'ять основних пріоритетів: покращення показників зайнятості, інновації, боротьба зі змінами клімату й розвиток відновлювальної енергетики, освіти та боротьби з бідністю.

У 2012 році на конференції Ріо-де-Жанейро (Бразилія) були розроблені нові цілі та індикатори сталого розвитку й відбулось прийняття заключного документу: «Майбутнє, якого ми прагнемо».

Ключовою й найактуальнішою на сьогодні є конференція, яка відбулась у вересні 2015 року у Нью-Йорку (США) – Саміт ООН зі сталого розвитку. Підсумковий документ саміту – «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року». На засіданні було прийнято 17 головних цілей сталого розвитку і 169 завдань до них, що мають бути реалізовані за 2016–2030 роки. Їх мета полягає у тому, щоб стати дороговказом для розвитку майбутнього суспільства, що пов'язані передусім у досягненні всезагального миру, умов більшої свободи, досягненні гендерної рівності і зрівноваження трьох основних аспектів: екологічного, економічного і соціального.

Основні цілі документу «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року»: 1) подолання бідності в усьому світі; 2) подолання продовольчої проблеми й боротьба з голодом, сприяння сталому розвитку сільського господарства; 3) пропагування здорового способу життя та добробут для всіх; 4) забезпечення якісною освітою; 5) гендерна рівність; 6) раціональне використання водних ресурсів; 7) забезпечення загального доступу до недорогого та інноваційного енергопостачання; 8) сприяння економічному зростанню, повній зайнятості та гідній праці; 9) сприяння стійкій поширеності індустріалізації із заохочуванням інновацій; 10) скорочення нерівності; 11) перетворення міст й інших населених пунктів у більш відкриті, безпечні, життєздатні та стійкі; 12) забезпечення стійкими моделями виробництва та споживання; 13) боротьба зі зміною клімату та її наслідками; 14) збереження й раціональне використання водних ресурсів; 15) відновлювання екосистеми суші та їх раціональне розпорядження й використання. 16) сприяння створенню мирного й демократичного суспільства із забезпеченням доступу до правосуддя; 17) посилення механізмів у досягненні сталого розвитку шляхом активізації глобального партнерства [3].

Сітнікова Н. П. переконана, що для реалізації стратегії сталого розвитку необхідно послугоуватись п'ятьма головними принципами, які використовують Країни Балтії (Латвія, Литва, Естонія): 1) слід надати розвитку сталого й довготривалого характеру, щоб він відповідав потребам людей, які живуть зараз, не втрачаючи можливості дбати про майбутні покоління; 2) обмеження в експлуатації природних ресурсів є відносні й пов'язані з сучасним рівнем техніки та соціальної організації, здатністю біосфери до відновлення; 3) необхідно задовольнити елементарні потреби всіх людей, дозволивши їм реалізувати свої надії на благополучне життя; 4) узгоджувати стан життя тих, хто користується надмірними матеріальними засобами, з екологічними можливостями планети, зокрема щодо використання енергії; 5) розміри й темпи росту населення повинні бути узгоджені з виробничим потенціалом глобальної екосистеми Землі, що змінюється [10].

У 2005 році Роберт Кейтс виділяє такі основні проблеми на шляху досягнення цілей стійкого розвитку, як: демографічна проблема, розвиток продовольчої проблеми, деградація родючості ґрунтів, забруднення водних ресурсів Землі, масові вирубки лісів, руйнування озонового шару, танення льодовиків, смог, забруднення повітря, забруднення територій відходами, утвореними в процесі людської діяльності, неефективне використання енергії, скорочення темпів промисловості внаслідок застарілих технологій, дестабілізація природних й антропогенних екосистем, втрата біологічної розмаїтості [5].

На основі досвіду країн ЄС, можна виділити приклади впровадження концепції за Снеддоном С. та Ховартом Р.: 1) будівництво доріг, будівель має супроводжуватися відповідним зростанням зелених насаджень, щоб не погіршувати стан довкілля; 2) зростання виробництва у галузі сільського господарства не повинно супроводжуватися деградацією стану ґрунту; 3) створенням підприємств, що не залежать від видобутку невідновлювальних ресурсів корисних копалин; 4) у приватному сенсі – заробітна плата повинна компенсувати витрати на відновлення здоров'я, погіршене через виконання роботи; 5) медичні препарати та хірургічні операції повинні вирішувати наявні проблеми здоров'я, не спричинивши нові [11].

На думку Чернік С. Д., успішність у реалізації цілей сталого розвитку країнах ЄС на регіональному й локальному рівнях обумовлена тим, що місцеві органи влади наділені достатніми повноваженнями у сфері формування стратегій сталого розвитку та передбачають такі закономірності:

- 1) активне використання інноваційних підходів щодо шляхів реалізації концепції у поєднанні економічних, соціальних та екологічних цілей;
- 2) застосування цілей сталого розвитку в рамках міжнародної взаємодії;
- 3) інтеграція всіх стадій формування і реалізації стратегії та залучення до цього процесу громадськості;
- 4) фокусування на пріоритетних цілях та їх моніторинг;
- 5) уніфікація мережі фінансування для забезпечення процесів сталого розвитку [15].

Оскільки ще не одне покоління відчуватиме екологічні наслідки війни, яку розв'язала росія в Україні, тому держава-агресор має бути притягнена до відповідальності за завдану

шкоду. Багато фахівців уже працюють в цьому напрямі, зокрема: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило кілька методик визначення шкоди та збитків, заподіяних земельним ресурсам (грунтам), атмосферному повітрю, водним ресурсам, лісовому фонду та об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок збройної агресії росії, однією з яких є методичне видання колективу авторів Спрягайло О. В., Безсмертна О. О., Гаврилук М. Н., Ілюха О. В., Осипенко В. В., Спрягайло О. А., Шевчик В. Л. (2023) «Оцінка впливу воєнних дій на стан об'єктів природно-заповідного фонду України», тому слід удосконалювати інституційне середовище, що дозволило б розробити детальний план з розрахунку збитків, які завдає росія – країна-агресор та притягнення її до відповідальності згідно з міжнародним законодавством, зокрема в питанні екології [12].

Збройна агресія росії спричинила подорожчання газу й нафти більш ніж удвічі: з 58 доларів станом на початок січня 2022 року до 104 доларів станом на квітень 2022 року. Серйозні санкції проти росії в економічному аспекті, як відповідь світу на вторгнення, призвели до скорочення ціни, що станом на жовтень 2023 року впала до 86,1 доларів за барель, проте тенденція зберігається напруженою, що може викликати зростання світових цін на паливо [3].

Суттєвою проблемою є високий борг у державному секторі, що негативно відображається на курсі національної валюти. Борг України за міжнародну допомогу станом на липень 2023 року складає майже 133 мільярди доларів, що є найбільш від'ємним показником за уся історію держави.

Сак Т. В. у статті «Еколого-економічні наслідки російсько-української війни» (2022) вказує на значні витрати з держбюджету на військові потреби – близько 2,5 млрд грн станом на липень 2022 року; поряд із цим щодня Україна зазнає суттєвих соціально-економічних втрат, що складають близько 4,1 млрд доларів в день. Найбільша частка з них із загального обсягу прямих втрат (у відсотках) припадає на житлові будівлі 39 % та інфраструктури 33 %. Втрати активів бізнесу становлять 18 %, прями втрати аграрного сектору внаслідок війни складають 10 %. Станом на січень 2023 року найбільш постраждалими від пошкоджень та руйнувань внаслідок бойових дій є такі області України, як Донецька (25 %), Харківська (18 %), Луганська (13 %), Миколаївська (9 %), Запорізька (7 %), Київська (7 %) та Чернігівська (6 %) області [9].

Згідно з розрахунками Міністерства економіки України, загальні втрати вітчизняної економіки через війну, передбачаючи непрямі й прямі втрати, складають понад 99 млрд доларів США [3].

Від початку агресії росії вдалось зруйнувати близько 200 підприємств і заводів, 235 медзакладів, 1483 заклади освіти, понад 250 релігійних й культурних об'єктів. Лише втрати вітчизняної економіки щодо житлового фонду склали рекордні 30 млрд доларів і цей показник невпинно зростає [9].

Щодо впливу воєнних дій на довкілля, то розгортання широкомасштабної війни, постійна підтримка й оновлення військової техніки і матеріальних засобів означає постійні витрати на утилізацію відходів, що має катастрофічні наслідки для природи. Агресивні дії росії відобразились у 231 екозлочині проти довкілля, станом на початок 2023 року згідно даних ГО «Екодія» [12].

Як визначають Шпак Н., Мельник О., Горбаль Н., Руда М. у праці «Оцінка впровадження циркулярної економіки в країнах ЄС» (2021), прикладами інституцій у країнах Європейського Союзу з питань регулювання соціальної та екологічної політики є передусім Європейська комісія. Також у кожній країні ЄС наявні інституції, наділені повноваженнями у сфері моніторингу та контролю цілей сталого розвитку. Зокрема, у Швеції й Фінляндії цим займається Міністерство екології і природних ресурсів, а у Німеччині – Міністерство фінансів [16].

Як зазначає Карпенко Г. Ю., необхідно розробити уніфіковану та інноваційну стратегію відновлення екологічно порушених земель внаслідок бойових дій та економічної стабілізації на основі стратегії сталого розвитку, враховуючи поточні проблеми [4].

Сак Т. В. вважає за необхідне використати досвід швидкої реконструкції та розвитку економік Німеччини та Австрії після Другої світової війни, що увійшло в історію як «Німецьке економічне диво», або ж «Рейнське чудо». Таке відновлення включало не лише економічний, а й екологічний аспекти, що почало вже тоді підніматись у повоєнному світі країн Західної Європи, які найбільше постраждали. Проте це питання ще не було тоді таким глобальним.

Реалізацію стратегій сталого розвитку в країнах ЄС здійснюють в рамках відповідного нормативно-правового забезпечення, що регулює процеси сталого розвитку: 1. Директиви Європейського Парламенту та Ради 2012/27/EU щодо енергоефективності. 2. План дій з розвитку і впровадження екологічних інновацій в основі Європейської політики (ЕсоАР). 3. Система екомаркування та оновлені програми сертифікації продукції. 4. Схема екологічного менеджменту й аудиту (Есо-Management and Audit Scheme) EMAS [4].

Важливою умовою формування та реалізації моделі сталого розвитку країн ЄС є достатній рівень фінансування проєктів у цій сфері, зокрема «зелених проєктів» за бюджетні кошти у рамках відповідних фондів, зокрема: Глобального екологічного фонду (ГЕФ), Європейського фонду стійкого розвитку плюс (EFSD+), Програми «Горизонт Європа», InvestEU [3].

Важливими в Україні у повоєнний час стануть питання екологізації економіки. Для цього доцільним стане використання економіки замкненого циклу, тобто сталої економічної системи, функціонування якої сприяє довготривалому зберіганню й раціональному застосуванню цінності сировини на основі повторної переробки. Це дозволить значно скоротити навантаження на довкілля, мінімізуючи відходи виробництва. Зараз багато великих підприємств та бізнес-компаній країн ЄС застосовують такі інноваційні програми, як «екологізації економіки», зокрема: 1) стратегія Європейського «зеленого курсу»; 2) «дизайн майбутнього»; 3) спільне користування й віртуалізація; 4) стратегія «товар як послуга»; 5) модель «продажу товару продажем послуг»; 6) повторне використання у виробництві та споживанні; 7) постіндустріальна взаємодія й співіснування виробництв і переробка відходів [16].

Екологічна політика країн ЄС спрямована на перерозподіл інвестицій із застарілих секторів економіки у інноваційно та екологічно орієнтовані виробництва. Тому на сьогодні активно використовується програма прискореного «зеленого» переходу, що базується на:

- посиленні вимог до екологічного обліку й відкритості підприємств щодо впливу їх продукції на довкілля;
- заохочуванні інвестицій в екопрограми в рамках інтеграції критеріїв стійкості до бізнес-стратегій;
- включенні цілей сталого розвитку в технологічний процес виробництва та функціонування економіки;
- впровадженню й розширюванню екологічних податків та дотацій [1].

На сьогодні ініціатором та координатором усіх необхідних заходів зі створення «зеленої» фінансової системи є ЮНЕП, що пропонує програму дій реформування національних фінансових систем відповідно до цілей сталого розвитку [8].

В Україні, попри наявність багатьох проблем, все ж спостерігаються певні ініціативи на державному рівні, зокрема ще в 2021 році Національним банком України був розроблений комплексний документ «Політика щодо розвитку сталого фінансування», цього ж року було запроваджено на законодавчому рівні «зелені облігації».

На законодавчій базі, що стосуються стратегій сталого розвитку, впроваджувались ініціативи, що стосувалися збільшення енергоефективності будівель, утилізації, повторного використання та переробки відходів, впровадження екологічно чистого транспорту та перехід до альтернативних джерел енергії (вітрової, сонячної), адаптація до змін клімату тощо [3].

Послугуючись досвідом країн ЄС, доцільно окреслити нові імплементовані програми стосовно сталого розвитку в Україні, що повинні будуть вирішувати ряд завдань:

- сприяння та підтримка реформ щодо прозорого й справедливого управління;
- створення моделей сталого екосистемного розвитку на регіональному та локальному рівнях;

- впровадження механізмів регулювання екологічних програм у ринковому середовищі підприємств;
- забезпечення інвестицій для їх подальшого спрямування в розвиток і впровадження інноваційних екотехнологій;
- орієнтація на розвиток соціально-економічних секторів, зокрема сталої інфраструктури у регіонах;
- розробка екологічних проєктів, що будуть економічно та фінансово сприятливими для залучення інвестицій європейських інвесторів [7].

Висновки

Отже, на основі досліджень були охарактеризовані особливості впровадження концепції сталого розвитку у країнах ЄС, що дозволяє окреслити її як фундаментальний фактор успішності цих країн. Тому Україна повинна також реформуватись в контексті цілей сталого розвитку на шляху до майбутнього повноцінного членства у ЄС.

На основі аналізу літературних джерел визначено, що невиправдані військові дії росії проти України відображаються у глобальному катастрофічному впливі на навколишнє природне середовище не лише на локальному, а й на глобальному рівні, що відображають катастрофічні наслідки для екологічного і соціально-економічного потенціалу нашої держави та світу загалом.

Виявлено, що соціально-економічні втрати та завданий збиток для екології навколишнього природного середовища є катастрофічними.

Узагальнення досліджень дозволяє стверджувати, що в довгостроковій перспективі рекультивация порушеного ландшафту та соціально-економічної й екологічної ситуації в країні буде досить тривалою, тому подальший згубний вплив на довкілля у довгостроковій перспективі може спричинити не лише екологічну кризу, а й екологічну катастрофу, що потягне за собою ряд незворотніх наслідків для планети, які суперечать концепції сталого розвитку.

1. Горбаль Н. І., Мазурик М. М., Микитин О. З. Впровадження циркулярної економіки на основі європейського досвіду. *Вісник НУ «Львівська політехніка». Серія: Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2021. № 2 (6). С. 272–279.
2. Зомчак Л. М., Коваль Л. О. Регіональний розвиток України у контексті концепції сталого розвитку: моделі на панельних даних. *Інфраструктура ринку*. 2022. Вип. 68. С. 249–253.
3. Інвестиційні плани ЄС: можливості для України у сфері реалізації європейського зеленого курсу. URL : <https://bit.ly/3E9M69h> (дата звернення: 13.10.2023).
4. Карпенко Г. Ю. Формування інноваційної моделі сталого розвитку регіонів в умовах глобальної турбулентності : дис. ... канд. екон. наук: 08.00.05 / Одеський національний технологічний університет. Одеса, 2022. 230 с.
5. Кейтс Р. В., Парріс Т. М., Лейзеровіц А. А. Що таке сталий розвиток? Цілі, показники, цінності та практика. *Довкілля: Наука та політика сталого розвитку*. 2005. № 3. С. 8–21.
6. Котляревський Я. В., Троцький Т. В., Дяченко М. О. Розвиток міжнародного фінансування проєктів сталого розвитку та вирішення глобальних екологічних проблем. *Проблеми економіки*. 2017. № 4. С. 15–23.
7. Прадун В. П. Економіко-екологічні основи сталого розвитку регіональних агропромислових комплексів: автореф. дис. ... д-ра екон. наук / Об'єдн. ін-т економіки. Київ, 2005. 38 с.
8. Руда М. В., Мазурик М. М. Співпраця України та ЄС у сфері сталого розвитку: огляд перспектив. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2021. № 3. С. 204–211.
9. Сак Т., Більо І., Ткачук Ю. Еколого-економічні наслідки російсько-української війни. *Економіка та суспільство*. 2022. № 38. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-6> (дата звернення: 24.10.2023).
10. Сітнікова Н. П. Досвід стратегічного планування сталого розвитку у країнах Європейського союзу. *Економіка та держава*. 2012. № 11. С. 11–14.
11. Снеддон С., Ховарт Р. Сталлий розвиток у пост-Брундтландському світі. *Екологічна економіка*. 2006. Т. 57, Вип. 2. С. 253–268.

12. Спрягайло О. В., Безсмертна О. О., Гаврилюк М. Н., Ілюха О. В., Осипенко В. В., Спрягайло О. А., Шевчик В. Л. Оцінка впливу воєнних дій на стан об'єктів природно-заповідного фонду України. Відновлення пошкоджених популяцій охоронюваних видів. Методичні рекомендації. Черкаси : Видавець Чабаненко Ю. А., 2023. 64 с.
13. Філіпенко А. С. Глобальні форми економічного розвитку: історія і сучасність. Київ : Знання, 2007. 670 с.
14. Халс Дж. Х. Сталий розвиток під загрозою: ігнорування минулого. Нью-Делі: Кембриджський університет Преса Індії Pvt. TOB. Оттава: Центр досліджень міжнародного розвитку, 2007. 390 с.
15. Чернік С. Д. Сталий розвиток як основа екологічної політики України. *Наукові записки. Серія: Право*. 2020. Вип. 9. С. 64–68.
16. Шпак Н., Мельник О., Горбаль Н., Руда М. Оцінка впровадження циркулярної економіки в країнах ЄС. *Forum Scientiae Oeconomia*. 2021. 9 (1). С. 25–39.

References

1. Horbal N. I., Mazuryk M. M., Mykutyń O. Z. Vprovadzhenia tsyrkuliarnoi ekonomiky na osnovi ievropeyskoho dosvidu. *Visnyk NU «Lvivska politehnika». Serii: Menedzhment ta pidpriemnytstvo v Ukraini: etapy stanovlennia i problemy rozvytku*. 2021. No 2 (6). S. 272–279. [in Ukrainian]
2. Zomchak L. M., Koval L. O. Rehionalnyi rozvytok Ukrainy u konteksti kontseptsii staloho rozvytku: modeli na panelnykh danykh. *Infrastruktura rynku*. 2022. Vyp. 68. S. 249–253. [in Ukrainian]
3. Investytsiyni plany YeS: mozhlyvosti dlia Ukrainy u sferi realizatsii ievropeyskoho zelenoho kursu. URL : <https://bit.ly/3E9M69h> (data zvernennia: 13.10.2023). [in Ukrainian]
4. Karpenko H. Yu. Formuvannia innovatsiynoi modeli staloho rozvytku rehioniv v umovakh hlobalnoi turbulentsnosti : dys. ... kand. ekon. nauk: 08.00.05 / Odeskyi natsionalnyi tekhnolohichnyi universytet. Odesa, 2022. 230 s. [in Ukrainian]
5. Keyts R. V., Parris T. M., Leyzerovits A. A. Shcho take stalyy rozvytok? Tsili, pokaznyky, tsinnosti ta praktyka. *Dovkilia: Nauka ta polityka staloho rozvytku*. 2005. No 3. S. 8–21. [in Ukrainian]
6. Kotliarevskiy Ya. V., Trotskyi T. V., Diachenko M. O. Rozvytok mizhnarodnoho finansuvannia proektiv staloho rozvytku ta vyrishennia hlobalnykh ekolohichnykh problem. *Problemy ekonomiky*. 2017. No 4. S. 15–23. [in Ukrainian]
7. Pradun V. P. Ekonomiko-ekolohichni osnovy staloho rozvytku rehionalnykh ahropromyslovykh kompleksiv: avtoref. dys. ... d-ra. ekon. nauk. / Obiedn. in-t ekonomiky. Kyiv, 2005. 38 s. [in Ukrainian]
8. Ruda M. V., Mazuryk M. M. Spivpratsia Ukrainy ta YeS u sferi staloho rozvytku: ohliad perspektyv. *Menedzhment ta pidpriemnytstvo v Ukraini: etapy stanovlennia i problemy rozvytku*. 2021. No 3. S. 204–211. [in Ukrainian]
9. Sak T., Bilo I., Tkachuk Yu. Ekoloho-ekonomichni naslidky rosiysko-ukrainskoi viiny. *Ekonomika ta suspilstvo*. 2022. No 38. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-6> (data zvernennia: 24.10.2023). [in Ukrainian]
10. Sitnikova N. P. Dosvid stratehichnogo planuvannia staloho rozvytku u krainakh Yevropeyskoho soiuzu. *Ekonomika ta derzhava*. 2012. No 11. S. 11–14. [in Ukrainian]
11. Sneddon S., Khovart R. Stalyi rozvytok u post-Brundtlandskomu sviti. *Ekolohichna ekonomika*. 2006. T. 57, Vyp. 2. S. 253–268. [in Ukrainian]
12. Spriahailo O. V., Bezsmertna O. O., Havryliuk M. N., Iliukha O. V., Osypenko V. V., Spriahailo O. A., Shevchuk V. L. Otsinka vplyvu voiennykh dii na stan obiektiv pryrodno-zapovidnogo fondu Ukrainy. Vidnovlennia poшкоdzhennykh populiaty okhroniuvanykh vydiv. Metodychni rekomendatsii. Cherkasy : Vydavets Chabanenko Yu. A., 2023. 64 s. [in Ukrainian]
13. Filipenko A. S. Hlobalni formy ekonomichnogo rozvytku: istoriia i suchasnist. Kyiv : Znannia, 2007. 670 s. [in Ukrainian]
14. Khals Dzh. Kh. Stalyi rozvytok pid zahrozoiu: ihnoruvannia mynuloho. Niu-Deli: Kembrydzhs'kyi universytet Prasa Indii Pvt. TOV. Ottava: Tsentr doslidzhen mizhnarodnoho rozvytku, 2007. 390 s. [in Ukrainian]
15. Chernik S. D. Stalyi rozvytok yak osnova ekolohichnoi polityky Ukrainy. *Naukovi zapysky. Serii: Pravo*. 2020. Vyp. 9. S. 64–68. [in Ukrainian]
16. Shpak N., Melnyk O., Horbal N., Ruda M. Otsinka vprovadzhenia tsyrkuliarnoi ekonomiky v krainakh YeS. *Forum Scientiae Oeconomia*. 2021. 9 (1). S. 25–39. [in Ukrainian]

V. I. Kohut, H. B. Humeniuk, V. V. Hrubinko

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH THE PRISM OF RUSSIA'S MILITARY AGGRESSION AGAINST UKRAINE

The article characterizes the problems and ways of implementing the concept of sustainable development in Ukraine based on the best experience of the countries of the European Union. It has been established that Ukraine's European integration steps require the selection and modernization of standards and norms in force in the EU. With the exacerbation of socio-economic and political problems against the background of environmental degradation, an important factor in improving the concept of sustainable development in the world is the use of innovative technologies in highly developed countries that allow improving the processes of economic growth and human development with the most rational and waste-free use of natural resources.

Mandatory in the formation of national and regional strategies and programs in economic, environmental and social aspects is the application of sustainable development goals. In Ukraine, the Sustainable Development Goals have been implemented in the national economy and the main ways to achieve them at the local, regional and global levels have been determined. Despite this, there remain quite a lot of problematic issues and obstacles that slow down the transition to an innovative model of functioning of the socio-economic system based on the principles of the concept of sustainable development[4]. The following are identified as the main problems: outdated and imperfect material and technical and legal framework; lack of qualified personnel; conflicts of political interests in making the right decisions; a high level of corruption, as a result of a lack of funds for the development of eco-projects; low level of innovative activity; investors are focused on obtaining quick profits without long-term investment; there are no legal norms regarding the stimulation of environmental policy and an insufficient amount of environmental investments.

The unjustified full-scale military aggression of Russia, starting from February 24, 2022, became inevitable, which slowed down the issue of the implementation of sustainable development. However, even within the framework of wartime, in general, the issue of reclamation of the destroyed natural territorial complex on the already liberated lands on the basis of innovative principles and effective models of sustainable development using the experience of the EU countries in the field of formation and implementation of concept strategies and in the post-war period in particular.

Key words: sustainable development, the concept of sustainable development, goals, preservation of the natural environment, socio-economic aspect, environment.

Надійшла 16.11.2023.

УДК 581.1 + 631.5 + 635.6

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.13

¹І. В. ЧЕРНІК, ²О. В. ТРИГУБА

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

²Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка
вул. Ліцейна, 1, Кременець, 47003
e-mail: boratun1@ukr.net

НУТ ЗВИЧАЙНИЙ (*CICER ARIETINUM* L.) – ПЕРСПЕКТИВНА БОБОВА КУЛЬТУРА ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

У статті наведено огляд наукової літератури стосовно значення, практичного використання, біологічних особливостей, наявності сортового різноманіття та елементів технології вирощування нуту звичайного. Показано, що сьогодні наявний підвищений попит на бобові культури, які характеризуються широким діапазоном адаптації до аридизації клімату, високою

продуктивністю, поліпшують родючість ґрунту та вирішують проблему харчового та кормового білків. Однією із таких культур є *Cicer arietinum* L., насіння якого є джерелом складних вуглеводів, білків, вітамінів, мінералів, харчових волокон і є повноцінним складником щоденного раціону населення в багатьох країнах та кормовою базою для тварин. Нут звичайний характеризується високою посухо-, жаро- та морозостійкістю, не вибагливий до технології вирощування, у симбіозі з бульбочковими бактеріями здатний фіксувати молекулярний нітроген атмосфери й сприяти накопиченню біологічного азоту в ґрунті. Посівні площі під цією культурою у світі збільшуються із кожним роком. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, занесено 21 сорт, який має вегетаційний період від 74 до 112 діб та рекомендований для вирощування у природних зонах України, 15 із них – для вирощування у Західному Лісостепу України. Площі посівів нуту звичайного в Україні також збільшуються, оскільки культура економічно стабілізує господарства. Із потеплінням клімату, зменшенням кількості опадів, введенням нових сортів до державного реєстру сортів рослин, враховуючи біологічні особливості культури, Західний Лісостеп стає сприятливою природною зоною для вирощування нуту звичайного із застосуванням нових елементів технології.

Ключові слова: нут звичайний, сорт, технологія вирощування, Західний Лісостеп.

Бобові культури завдяки своїм унікальним властивостям завжди привертали увагу вчених не лише України, а й усього світу. Глобальне потепління клімату та збільшення тривалості посушливих періодів останнім часом потребує пошуку нетрадиційних для природних зон України зернобобових культур [20]. Показано, що за останні 30 років середня річна температура на материковій частині України зросла на 1,2 °С. Зазначено, що в окремі періоди у північних (Чернігівська) і західних (Львівська) областях спостерігалось перевищення температурних норм на 6° С [14]. У Західному регіоні України очікується також зниження кількості опадів влітку та восени, що сприятиме спекотливим і сухішим умовам у літній період [6].

Однією з перспективних рослин для вирощування у найближчі роки може стати нут звичайний *Cicer arietinum* L. (турецький горох, баранячий горох), який економічно стабілізуватиме господарства, покращуватиме родючість ґрунту, вирішить проблему виробництва харчового та кормового білків. За посівними площами серед зернобобових у світі культура займає третє місце після сої і квасолі та є однією із найприбутковіших сільськогосподарських рослин в Україні (FAO, 2020) [37]. Відомо, що Індія виробляє приблизно 70 % від загального світового виробництва нуту, Пакистан та Іран – 10 та 5 %, Туреччина та Австралія – 4 та 3 % відповідно [44]. Технологія вирощування нуту є низькозатратною, проте врожайність може становити 3,5–5,0 т/га, окрім того він добре пристосований до умов сухого та помірного клімату [38]. Його унікальна здатність до фіксації атмосферного азоту разом з симбіотичними мікроорганізмами значною мірою сприяє збереженню та підвищенню родючості ґрунту, оскільки культура залишає після збирання урожаю 100–120 кг/га вільнодоступного біологічного азоту [8, 12, 34] та на кожному гектарі післяжнивні рештки, еквівалентні 15–20 т перегною [1].

Варто зазначити, що *Cicer arietinum* L. є цінною харчовою та кормовою культурою. Його насіння є джерелом складних вуглеводів (50–60 %) [12], білків (варіює від 20,1 до 32,4 % [8]) – 34 % [12], вітамінів (рибофлавін, ніацин, тіамін, фолат і попередник вітаміну А – каротин) [43], мінералів (кальцію, калію, селену) та харчових волокон і є повноцінним складником щоденного раціону населення в багатьох країнах [17, 33, 41]. Білки нуту характеризуються високою перетравністю, коефіцієнт перетравності сягає 80–83 % [12] та якістю, порівняно з іншими зернобобовими культурами, містять збалансований склад амінокислот, значну кількість незамінних амінокислот, зокрема, метіоніну та триптофану [8]. За біологічною цінністю білки нуту займають перше місце серед інших сільськогосподарських культур і за якісними показниками прийняті за стандарт [36].

Переваги споживанням нуту для здоров'я людини пов'язані із зниженням ризику серцево-судинних, онкологічних захворювань та діабету, насіння використовують як урологічний засіб [28, 32, 40, 42], має найвищі гіпохолестерильні властивості [46], містить

високу частку біологічно активних речовин: флавоноїди, терпени та стероїди, – які позитивно впливають на організм людини. Зазначено, що найбільша кількість флавоноїдів і фенолів накопичується в оболонці насіння (коричневе насіння містить у 11–13 разів більше цих речовин, порівнюючи із білонасінними сортами) [18, 35]. Із насіння нуту виготовляють паштет, консерви, халву, сурогати кави та готують різні страви. Для харчових цілей головним чином використовують сорти із білим насінням, із темним – вирощують на корм тваринам [12]. Для приготування консервованої продукції більш придатні сорти Пам'ять і Скарб (досліджувані сорти: Одисей, Пам'ять, Тріумф, Буджак та Скарб селекції Селекційно–генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення), для яких характерний високий ступінь набухання насіння [11, 22, 23].

Оскільки нут звичайний має широкий діапазон адаптації, важливе агротехнічне значення [28], то розширення виробництва культури та вдосконалення технології її вирощування для кожного регіону країни є актуальною проблемою сьогодення. Скорочення посівних площ в Україні під сільськогосподарськими рослинами у зв'язку з військовою агресією росії та зміна клімату вимагають інтродукції культур, нетипових для агрокліматичної зони Західний Лісостеп, з метою забезпечення щораз більших потреб населення в продуктах харчування та поліпшення кормової бази для тваринництва.

Метою роботи було проаналізувати та узагальнити наукову літературу стосовно біологічних особливостей, сортименту та технології нуту звичайного для оцінки перспектив його вирощування в умовах Західного Лісостепу.

Перші згадки про нут звичайний трапляються в Іліаді Гомера. До України культура завезена з Болгарії, країн Закавказзя та південно-західної Азії, і її почали вирощувати на полях у 70-х роках XVIII ст. [12]. Науковці із різних регіонів України активно цікавляться цією рослиною. О. В. Бушулян, В. І. Січкара займаються генетикою, селекцією, насінництвом та досліджують технологію вирощування нуту [1, 2]; І. М. Дідур, М. О. Темченко вивчають вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин [5]; С. Каленська, О. Охота – технологію вирощування нуту [8]; В. П. Карпенко, О. О. Коробко – вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту [10]; А. О. Рожков, Ю. В. Воропай – вплив норми висіву та способів сівби на урожайність та якість насіння нуту [26]; В. В. Лихочвор, В. І. Пушак – урожайність нуту залежно від мінерального живлення [15] та ін. Варто зазначити, що ці питання недостатньо вивчені в умовах Західного Лісостепу України.

Нут звичайний належить до роду Нут (*Cicer* L.), родини Бобових (*Fabaceae*), підродини Метеликових (*Papilionoideae*). У світовій флорі рід представлений 43 видами, у культурі відомий один лише – нут звичайний. *Cicer arietinum* L. є теплолюбною, посухо-, жаро- та морозостійкою рослиною [19], типовим ксерофітом, має дрібні листки, невелике стебло, клітини органів мають високий осмотичний тиск. Листки і боби вкриті волосками, які виділяють велику кількість щавлевої кислоти, що захищає рослини від низки шкідників [12]. Жаро- та морозостійкість, невибагливість у технології та конкурентна ціна на експортному ринку сприяють вирощуванню нуту в різних кліматичних зонах України [3].

Насіння проростає за температури 4–8°C, вегетаційний період скоростиглих сортів становить 80–120 днів, пізньостиглих – 150–220. Як і всі бобові культури, нут звичайний здатний вступати у співжиття із бульбочковими бактеріями. Комплексна дія симбіотичних взаємовідносин допомагає рослинам зростати в складних умовах, підвищуючи різні аспекти їх фізіологічних процесів, включаючи інтенсивність фотосинтезу, поглинання води та газообмін. Симбіоз значно підвищує стійкість рослин до низки стресових факторів, таких, як хвороби, токсичність металів, травоїдність, температурні коливання та посуха [45].

Нут звичайний любить ранні строки сівби разом із ранніми зерновими культурами, запізнення на 5–6 днів знижує урожай. Основні способи сівби – широкорядний (45 см ширина міжрядь), звичайний рядковий (15 см) використовуються на полях, які є чистими від бур'янів, та стрічковий (45+15 см). Від способу сівби залежить норма висіву: 500 тис./га схожих насінин (160–170 кг/га) – рядковий, 400 тис./га – стрічковий, 350–300 тис./га (120–140 кг/га) – широкорядний. За вологої весни строки рекомендовані середньоранні, за більш посушливих умов, повинна бути меншою густина посівів [1, 12].

ОГЛЯДИ

Оптимальна вологість ґрунту для підтримання ростових процесів має бути 60–70 %, кількість вологи в орному шарі ґрунту для отримання дружніх сходів – 15–20 мм, для набухання і проростання насіння потрібно 120–140 % вологи від маси насіння [7]. Насіння дозріває рівномірно, не обсіпається, збирають його в кінці липня.

Варто зазначити, що *Cicer arietinum* L. немає специфічних шкідників. Рослини стійкі до пошкодження акацієвою вогнівкою, плодожеркою, брухусом та попелицею. Останнім часом спостерігається пошкодження різними видами совок: садовою (*Lacanobia sausa* Schiff.), гороховою (*Ceramica pici* L.), озимою (*Agrotis segetum* Schiff.), дикою (*Euxoa agricola* B.) та ін. – і мінуючою мухою (*Liriomyza cicerina* Rd.). Ефективним у боротьбі з такими захворюваннями є використання біопрепаратів [12].

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, *Cicer arietinum* L. представлений 21 сортом: Бланко (2020), Буджак (2008), Достаток (2020), Єва (2020), ЄС Алунт (2018), Зехавіт (2019), Зодіак (2019), Кіра (2020), Козерог (2019), Лара (2020), Маєстро (2022), Овен (2019), Одисей (2014), Октавіус (2023), Пам'ять (2002), Родін (2020), Скарб (2017), Слобожанка (2004), Степовий (2019), Тріумф (2005), Ярина (2019) [4] (табл.).

Таблиця

Характеристика сортів нуту звичайного

№	Назва сорту	Рекомендована зона для вирощування	Тривалість періоду вегетації, діб	Урожайність, тонн/га	Вміст білків, %
1.	Бланко (<i>Blanko</i>)	С, Л	94	2,3	28,0
2.	Буджак (<i>Budzhak</i>)	С	90	1,8	27,4
3.	Достаток (<i>Dostatok</i>)	С	91	2,0	27,0
4.	Єва (<i>Eva</i>)	С, Л, П	78	3,2	25,9
5.	ЄС Алунт (<i>YeS Alunt</i>)	Л, П, С	82	–	29,8
6.	Зехавіт (<i>Zehavit</i>)	С, Л, П	90	3,9	23,0
7.	Зодіак (<i>Zodiak</i>)	С, Л, П	81	2,8	28,0
8.	Кіра (<i>Kira</i>)	С, Л, П	76	3,3	26,0
9.	Козерог (<i>Kozerozh</i>)	С, Л, П	85	2,7	25,0
10.	Лара (<i>Lara</i>)	С, Л, П	74	3,4	26,2
11.	Маєстро (<i>Maestro</i>)	С, Л	86	1,9	26,0
12.	Овен (<i>Oven</i>)	С, Л, П	81	2,0	26,5
13.	Одисей (<i>Odysei</i>)	С	97	2,2	22,8
14.	Октавіус (<i>Octavius</i>)	Л, П, С	95–110	–	–
15.	Пам'ять (<i>Pam'iat'</i>)	С	–	1,7	–
16.	Родін (<i>Rodin</i>)	Л, П, С	77	2,8	26,0
17.	Скарб (<i>Skarb</i>)	Л, П, С	86	1,9	16,7
18.	Слобожанка (<i>Slobozhanka</i>)	С	–	2,8	–
<i>Продовження таблиці</i>					
19.	Степовий (<i>Stepovyi</i>)	Л, П, С	112	1,8	22,4
20.	Тріумф (<i>Triumf</i>)	С	94-98	1,6	30,0
21.	Ярина (<i>Yaryna</i>)	С, Л, П	92	1,8	26,0

Примітки. * – скорочення назв природних зон: Лісостеп – Л, Полісся – П, Степ – С;
– властивості достатньо не досліджені.

Вище зазначено, що 15 сортів нуту звичайного рекомендовано для вирощування у природній зоні Лісостепу. Тривалість періоду вегетації у сортів, рекомендованих для вирощування на території України, досить різна: найскоростигліший сорт Лара (74 дні); найпізньостигліший сорт Октавіус (110 відповідно). Вміст білків у насінні коливається від 16,7 % (сорт Скарб) до 30 % (сорт Тріумф) відповідно [9, 21, 25, 31]. Технології вирощування та якість насіння сортів нуту звичайного ще достатньо не досліджені в різних природних зонах, тому вивчення цього питання на сьогодні є досить актуальним.

Встановлено, що вирощування рослин сортів Тріумф і Буджак, які є крупнозерновими у зоні Степу із комбінованим використанням проти бур'янів гербіцидів Пульсару 40 (0,5 л/га) і 120 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2023. Т. 83, № 3–4

Базаграну (1,0 л/га), дало найвищий прибуток (9547 грн/га) та найрентабельніше зерно (76 %) у сорту Буджак [13].

Показано, що на чорноземах типових малогумусних Правобережного Лісостепу України за сприятливих погодних умов за норми висіву 600 тис. шт./га із застосуванням передпосівної інокуляції та удобрення N69P60K60 сорт нуту звичайного Розанна може сформувати до 3,6 т/га урожай насіння, що на 39,7 % більше за контроль, а сорт Тріумф – 2,9 т/га. Завдяки передпосівній інокуляції приріст урожаю становив 25 % [8].

У зоні Західного Лісостепу використання передпосівної обробки насіння нуту звичайного сорту Скарб мікробіологічними препаратами Ризобофітом та Ризогуміном покращує азотне живлення рослин, стимулює ріст стебла, формування листків та бобів, впливає на накопичення надземної маси [24].

Обробка насіння нуту сорту Тріумф у зоні Лісостепу Ризобофітом і біофунгіцидним препаратом Біополіцид та внесення ґрунтових гербіцидів Харнес і Фронт'єр Оптіма зменшують кількість бур'янів до 90–91 % і сприяють формуванню урожаю насіння 2,05–2,12 т/га [29, 30].

Зазначено, що передпосівна бактеризація насіння нуту звичайного сортів Антей, Буджак і Пам'ять комплексом препаратів Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид підвищила насінневу продуктивність на 1,5–6,0 ц/га (38–54 %) порівняно з моноінокуляцією в Південному Степу України на фоні інтродукованої популяції ризобій нуту [16].

Під час дослідження норм висіву насіння сортів Буджак та Одисей у Східному Лісостепі було встановлено, що тривалість фенологічних фаз була найбільше скорочена за розширення міжрядь від 30 до 45 см та із підвищенням норм висіву від 800 до 900 тис. шт./га [27].

Застосування мікробіологічних препаратів і засобів біоконтролю в технології вирощування вважається ефективними елементами для підвищення продуктивності бобових культур екологічно чистим способом [39]. У Західному Лісостепі України технологія вирощування нуту потребує детального вивчення, тому інтродукція нових високопродуктивних сортів та впровадження елементів технології вирощування *Cicer arietinum* L. є перспективним напрямком дослідження.

Висновки

Узагальнення результатів досліджень низки українських та зарубіжних вчених показали, що нут звичайний є важливою харчовою, лікарською та кормовою культурою. Сучасні зміни клімату, які відбулися в Україні, сприяють вирощуванню нуту звичайного у Західному регіоні України. Проаналізовані джерела наукової літератури щодо біологічних особливостей, районованих сортів, елементів технології вирощування нуту звичайного та виробничої практики свідчать про те, що культура є хорошим попередником для більшості сільськогосподарських рослин, оскільки завдяки симбіозу із бульбочковими бактеріями здатна фіксувати молекулярний азот атмосфери, який можуть використовувати наступні культури сівозміни. Нут звичайний характеризується високою посухо-, жаро- та морозостійкістю. До Державного реєстру сортів рослин занесено 21 сорт *Cicer arietinum* L., 15 із яких рекомендовано для вирощування у природній зоні Лісостепу. Нут звичайний має високу посухо-, жаро- та морозостійкість, не вибагливий до технології і є перспективною високобілковою культурою, що придатна для вирощування на території України, зокрема і в Західному Лісостепу.

1. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут. Генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Одеса : СГП-НЦНС, 2009. 246 с.
2. Бушулян О. Принц бобового царства. Особливості вирощування нуту за безгербіцидної технології. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 78–83.
3. Гаврилянчик О., Трач С. Нут – перспективна зернобобова культура для України. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*: збірник наук. праць міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 1. (Кам'янець-Подільський, 20–22 березня 2018 р.). Тернопіль : Крок, 2018. 313 с.
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 10.11.2023).

5. Дідур І. М., Темченко М. О. Вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6. Т. 1. С. 14–20.
6. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (дата звернення: 20.08.2023).
7. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця : Рогальська І. О., 2015. 448 с.
8. Каленська С., Охота О. Нут кращий за сою, але його потрібно вміти вирощувати. *Пропозиція*. 2013. № 12. С. 82–86.
9. Каплун Г. Під час посухи вирощуємо нут. *Пропозиція*. 2010. № 11. С. 80–81.
10. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. № 29. С. 17–24.
11. Каталог сортів та гібридів селекційно-генетичного інституту національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса, 2023. 128 с.
12. Колесніков М. О., Кадиров Т. Р. Рекомендації по вирощуванню нуту в умовах півдня України. Мелітополь : ТДАТУ, 2022. 44 с.
13. Коляніди Н. О. Вплив гербіцидів та способів сівби на продуктивність нуту в умовах Південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Миколаївський нац. аграрн. ун-т МОНУ, Миколаїв, 2021. 188 с.
14. Летяк В. Літо восени і дощі взимку: як зміниться клімат України до 2100 року. Факти. 2021. 24 серп. URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/suspilstvo/20210824-lito-voseny-i-doshhi-vzymku-yak-zminytsya-klimat-ukrayiny-do-2100-roku/> (дата звернення: 24.08.2023).
15. Лихочвор В. В., Пушак В. І. Урожайність нуту залежно від мінерального живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2018. Вип. 63. С. 95–106.
16. Лісовий М. М., Пархоменко О. Л., Дідович С. В., Пархоменко Т. Ю., Чайка В. М. Розробка системи комплексного застосування мікробних препаратів в агротехнології вирощування нуту. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2010. Вип. 11. С. 90–101.
17. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 78–82.
18. Любич В. В., Красноштан В. І., Войтовська В. І., Климович Н. М. Формування якості насіння різних сортів нуту. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102, Ч. 1. С. 109–115. URL: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-109-115> (дата звернення: 24.08.2023).
19. Мельник А. В., Романько Ю. О., Бруньов М. І., Сороколіт Є. М., Кубрак Т. М. Ріст та розвиток нуту в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Сер. Агрономія і біологія*. 2020. Вип. 2 (40). С. 38–46. URL: <https://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8678> (дата звернення: 24.08.2023).
20. Мойсієнко В. В. Наукове обґрунтування шляхів підвищення продуктивності нуту (*Cicer arietinum* L.) в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2017. № 2(1). С. 3–11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2017_2%281%29_3 (дата звернення: 24.08.2023).
21. Нут звичайний (усі сорти). *Аграрії разом* : веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/list-culture-varieties?plant=967> (дата звернення: 24.08.2023).
22. Пасічник С. М. Скринінг зразків нуту з комплексом цінних господарських ознак. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 125–135.
23. Пасічник С. М., Січкач В. І. Біохімічні та технологічні якості колекційних зразків нуту. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 162–170.
24. Піда С. В., Мотрук О. В., Москалюк Н. В., Тригуба О. В. Біометричні показники нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) сорту Скарб за впливу мікробіологічних препаратів. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil bioscience – 2021*: мат. Всеукр. наук.-практ. конф. (1–2 жовтня 2021 р., Тернопіль). Тернопіль : Вектор, 2021. С. 101–104.
25. Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Шерстюк О. Л., Морозов О. М. Вплив передпосівної обробки на посівні якості та фітосанітарний стан насіння нуту. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 2(2). 127–134. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15> (дата звернення: 10.11.2023).
26. Рожков А. О., Воропай Ю. В. Вплив норм висіву та способів сівби на тривалість періоду вегетації рослин нуту. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання*. 2019. Вип. 2. С. 216–224.

- URL:https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/15587/1/Vkhnuu_roslyn_2019_2_23.pdf (дата звернення: 24.08.2023).
27. Рожков А. О., Воропай Ю. В. Вплив норми висіву та способів сівби на урожайність та якість насіння нуту. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2019. № 1. С. 99–106. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnuu_roslyn_2019_1_13 (дата звернення: 24.08.2023).
 28. Черкашина А. В., Ковальов В. М., Ковальов С. В. Перспективи використання нуту звичайного. *Сьогоднішня та майбутня фармація*: тези доп. Всеукр. Конгресу. (16–19 квітня 2008 р.). Харків, 2008. С. 190.
 29. Шкагула Ю. М., Вотик В. О. Контролювання бур'янів у агроценозах нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 135–147. URL: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-12> (дата звернення: 24.08.2023).
 30. Шкагула Ю. М., Вотик В. О. Шляхи підвищення врожайності насіння нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 195–208. URL: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-2-18> (дата звернення: 24.08.2023).
 31. Юдічева О. П. Використання нуту, вирощеного в Полтавській області, для переробки. *Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини*. 2001. № 1. С. 61–63.
 32. Abou Arab E. A., Helmy I. M. F., Vareh G. F. Nutritional evaluation and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from it. *Journal of American Science*. 2010. Vol. 6. P. 1055–1057.
 33. Aguilera Y., Benitez V., Molia E., Esteban R. M., Martin-Cabrejas M. A. Influence of dehydration process in castellano chickpea: changes in bioactive carbohydrates and functional properties. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011. Vol. 66. P. 391–400.
 34. Amal A., Laila M., Aladdin H., Abdelfattah B. Effects of γ -radiation on chickpea (*Cicer arietinum*) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta agriculturae Slovenica*. 2022. 118(2). P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.14720/aas.2022.118.2.2538> (Last assecced: 24.08.2023).
 35. Baptista A., Pinho O., Pinto E., Casal S., Mota C., Ferreira I. Characterization of protein and fat composition of seeds from common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and bambara groundnuts (*Vigna subterranea* L. Verdec) from Mozambique. *Food Measure*. 2017. Vol. 11. P. 442–450.
 36. Burstin J., Gallardo K., Mir R., Varshney R. K., Duc G. Improving protein content and nutrition quality. *Biology and breeding of food legumes*. CABI, Camlridge, USA. 2011. P. 314–328.
 37. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. URL: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor> (Last assecced: 24.08.2023).
 38. Giovanni De C., Pavan S., Taranto F., Rienzo Di V., Miazzi M. M., Marcotrigiano A. R., Mangini G., Montemurro C., Ricciardi L., Lotti C. Genetic variation of a global germplasm collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) including Italian accessions at risk of genetic erosion. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2017. 23 (1). P. 197–205. URL: <https://doi.org/10.1007/s12298-016-0397-4> (Last assecced: 24.08.2023).
 39. Gorai P. S., Ghosh R., Mandal S., Ghosh S., Chatterjee S., Gond S. K., Mandal N. C. *Bacillus siamensis* CNE6- a multifaceted plant growth promoting endophyte of *Cicer arietinum* L. having broad spectrum antifungal activities and host colonizing potential. *Microbiological Research*. 2021. 252. P. 126859. URL: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126859> (Last assecced: 24.08.2023).
 40. Iqbal R., Azhar I., Iqbal M. N., Hamid I., Zahoor M., Akhtar M. F., Mahmood Z. A., Ullah R., Alotaibi A. Chemical characterization, antioxidant and antidiabetic activities of a novel polyherbal formulation comprising of *Hordeum vulgare*, *Elettaria cardamomum* and *Cicer arietinum* extracts. *Heliyon*. 2023. 9 (9). P. e19292. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19292> (Last assecced: 24.08.2023).
 41. Jukanti A. K., Ismail M., Kucukoner E. Nutritional Quality and Health Benefits of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.): A Review. *British Journal of Nutrition*. 2012. 108. P. 11–26. URL: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797> (Last assecced: 24.08.2023).
 42. Malviya R., Dey Sh., Pandey A., Gayen D. Genome-wide identification and expression pattern analysis of lipoxygenase genes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to accelerated aging. *Gene*. 2023. 874. P. 147482. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2023.147482> (Last assecced: 24.08.2023).
 43. Mehrotra S. S., Dimkpa C. O., Goyal V. Survival mechanisms of chickpea (*Cicer arietinum*) under saline conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2023. 205. P. 108168. URL: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108168> (Last assecced: 24.08.2023).
 44. Pandey A., Sharma P., Mishra D., Dey S., Malviya R., Gayen D. Genome-wide identification of the fibrillin gene family in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its response to drought stress. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. 234. P. 123757. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123757> (Last assecced: 24.08.2023).

45. Wahab A. T., Hairon S. M., Shafei M. N., Ibrahim M. I., Mahmud N. Exploring job stress among public health workforce in Northeastern Malaysia. *Cureus*. 2023. 15(11). P.e49083. URL: <https://doi:10.7759/cureus.49083> (Last asseced: 24.08.2023).
46. Zia-Ul-Haq M., Iqbal S., Ahmad S., Imran M., Niaz A., Bhangar M. I. Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 105. P. 1357–1363.

References

1. Bushulian O. V., Sichkar V. I. Nut. Henetyka, selektsiia, nasinnytstvo, tekhnolohiia vyroshchuvannia: monohrafiia. Odesa : SHI-NTsNS, 2009. 246 s. [in Ukrainian]
2. Bushulian O. Prynts bobovoho tsarstva. Osoblyvosti vyroshchuvannia nutu za bezherbitsydney tekhnolohii. *Propozytsiia*. 2017. No 5. S. 78–83. [in Ukrainian]
3. Havrylianchyk O., Trach S. Nut – perspektyvna zernobobova kultura dlia Ukrainy. *Ahrarna nauka ta osvita v umovakh ievrointehratsii*: zbirnyk nauk. prats mizhnar. nauk.-prakt. konf. Ch. 1. (Kamianets-Podilskyi, 20–22 bereznia 2018 r.). Ternopil : Krok, 2018. 313 s. [in Ukrainian]
4. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn> (data zvernennia: 10.11.2023). [in Ukrainian]
5. Didur I. M., Temchenko M. O. Vplyv inokuliantiv ta mikrodozriv na hustotu stoiannia ta vysotu roslyn nutu. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2017. No 6. T. 1. S. 14–20. [in Ukrainian]
6. Ivaniuta S. P., Kolomiets O. O., Malynovska O. A., Yakushenko L. M. Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid / za red. S. P. Ivaniuty. Kyiv : NISD, 2020. 110 s. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (data zvernennia: 20.08.2023). [in Ukrainian]
7. Kalenska S. M., Iermakova L. M., Palamarchuk V. D., Polishchuk I. S., Polishchuk M. I. Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnolohii u roslynnytstvi. Vinnytsia : Rohalska I. O., 2015. 448 s. [in Ukrainian]
8. Kalenska S., Okhota O. Nut krashchy za soi, ale yoho potrebnno vmity vyroshchuvaty. *Propozytsiia*. 2013. No 12. S. 82–86. [in Ukrainian]
9. Kaplun H. Pid chas posukhy vyroshchuiemo nut. *Propozytsiia*. 2010. No 11. S. 80–81. [in Ukrainian]
10. Karpenko V. P., Korobko O. O. Vplyv biolohichno aktyvnykh rehovyn na rostovi protsesy roslyn nutu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Podilskyi visnyk: silke hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 2018. No 29. S. 17–24. [in Ukrainian]
11. Katalog sortiv ta hibrydiv selektsiyno-henetychnoho instytutu natsionalnoho tsentru nasinnieznavstva ta sortovyvchennia. Odesa, 2023. 128 s. [in Ukrainian]
12. Kolesnikov M. O., Kadyrov T. R. Rekomendatsii po vyroshchuvanniu nutu v umovakh pivdnia Ukrainy. Melitopol : TDATU, 2022. 44 s. [in Ukrainian]
13. Koloianidi N. O. Vplyv herbitsydiv ta sposobiv sivby na produktyvnist nutu v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy : dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.01.09 / Mykolaivskyi nats. ahrarn. un-t MONU, Mykolaiv, 2021. 188 s. [in Ukrainian]
14. Letiak V. Lito voseny i doshchi vzymku: yak zminytsia klimat Ukrainy do 2100 roku. Fakty. 2021. 24 serp. URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/suspilstvo/20210824-lito-voseny-i-doshhi-vzymku-yak-zminytsya-klimat-ukrayiny-do-2100-roku/> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
15. Lykchochor V. V., Pushchak V. I. Urozhaynist nutu zalezho vid mineralnoho zhyvlennia. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2018. Vyp. 63. S. 95–106. [in Ukrainian]
16. Lisovyi M. M., Parkhomenko O. L., Didovych S. V., Parkhomenko T. Yu., Chaika V. M. Rozrobka systemy kompleksnoho zastosuvannia mikrobynykh preparativ v ahrotekhnolohii vyroshchuvannia nutu. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 2010. Vyp. 11. S. 90–101. [in Ukrainian]
17. Liubych V. V. Suchasni dosiahnennia krupianooho vyrobnytstva. *Visnyk Umanskoho NUS*. 2021. No 1. S. 78–82. [in Ukrainian]
18. Liubych V. V., Krasnoshtan V. I., Voytovska V. I., Klymovych N. M. Formuvannia iakosti nasinnia riznykh sortiv nutu. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2023. Vyp. 102, Ch. 1. S. 109–115. URL: <https://doi:10.32782/2415-8240-2023-102-1-109-115> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
19. Melnyk A. V., Romanko Yu. O., Brunov M. I., Sorokolit Ie. M., Kubrak T. M. Rist ta rozvytok nutu v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: naukovyi zhurnal. Ser. Ahronomiia i biolohiia*. 2020. Vyp. 2 (40). S. 38–46. URL: <https://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8678> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]

20. Moysiienko V. V. Naukove obgruntuvannia shliakhiv pidvyshchennia produktyvnosti nutu (*Cicer arietinum* L.) v Ukraini. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. 2017. No 2(1). S. 3–11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2017_2%281%29__3 (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
21. Nut zvychnayni (usi sorty). Ahrarii razom : veb-sayt. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/list-culture-varieties?plant=967> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
22. Pasichnyk S. M. Skryninh zrazkiv nutu z kompleksom tsinnykh hospodarskykh oznak. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2018. Vyp. 113. S. 125–135. [in Ukrainian]
23. Pasichnyk S. M., Sichkar V. I. Biokhimichni ta tekhnolohichni iakosti kolektsiynykh zrazkiv nutu. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2016. Vyp. 110. S. 162–170. [in Ukrainian]
24. Pyda S. V., Motruk O. V., Moskaliuk N. V., Tryhuba O. V. Biometrychni pokaznyky nutu zvychnaynoho (*Cicer arietinum* L.) cortu Skarb za vplyvu mikrobiolohichnykh preparativ. *Ternopilski biolohichni chyannia – Ternopil bioscience – 2021: mat. Vseukr. nauk.-prakt. konf. (1–2 zhovtnia 2021 r., Ternopil)*. Ternopil : Vektor, 2021. S. 101–104. [in Ukrainian]
25. Pospelova H. D., Kovalenko N. P., Nechyporenko N. I., Sherstiuk O. L., Morozov O. M. Vplyv peredposivnoi obrobky na posivni iakosti ta fitosanitarnyi stan nasinnia nutu. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. No 2(2). 127–134. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15> (data zvernennia: 10.11.2023). [in Ukrainian]
26. Rozhkov A. O., Voropai Yu. V. Vplyv norm vysivu ta sposobiv sivby na tryvalist periodu vehetatsii roslyn nutu. *Visnyk KhNAU. Serii: Roslynnnytstvo, seleksiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*. 2019. Vyp. 2. S. 216–224. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/15587/1/Vkhnuu_roslyn_2019_2_23.pdf (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
27. Rozhkov A. O., Voropai Yu. V. Vplyv normy vysivu ta sposobiv sivby na urozhaynist ta iakist nasinnia nutu. *Visnyk KhNAU. Serii: Roslynnnytstvo, seleksiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*. 2019. No 1. S. 99–106. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnuu_roslyn_2019_1_13 (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
28. Cherkashyna A. V., Kovalov V. M., Kovalov S. V. Perspektyvy vykorystannia nutu zvychnaynoho. *Sohodennia ta maybutnie farmatsii : tezy dop. Vseukr. Konhresu. (16–19 kvitnia 2008 r.)*. Kharkiv, 2008. S. 190. [in Ukrainian]
29. Shkatula Yu. M., Votyk V. O. Kontroliuvannia burianiv u ahrotsenozakh nutu. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2020. No 19. S. 135–147. URL: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-12> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
30. Shkatula Yu. M., Votyk V. O. Shliakhy pidvyshchennia vrozhaynosti nasinnia nutu. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2020. No 17. S. 195–208. URL: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-2-18> (data zvernennia: 24.08.2023). [in Ukrainian]
31. Yudicheva O. P. Vykorystannia nutu, vyroshchenoho v Poltavskii oblasti, dlia pererobky. *Khimiia kharchovykh produktiv i materialiv. Novi vydy syrovyny*. 2001. No 1. S. 61–63. [in Ukrainian]
32. Abou Arab E. A., Helmy I. M. F., Bareh G. F. Nutritional evaluation and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from it. *Journal of American Science*. 2010. Vol. 6. P. 1055–1057.
33. Aguilera Y., Benitez V., Molia E., Esteban R. M., Martin-Cabrejas M. A. Influence of dehydration process in castellano chickpea: changes in bioactive carbohydrates and functional properties. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011. Vol. 66. P. 391–400.
34. Amal A., Laila M., Aladdin H., Abdelfattah B. Effects of γ -radiation on chickpea (*Cicer arietinum*) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta agriculturae Slovenica*. 2022. 118(2). P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.14720/aas.2022.118.2.2538> (Last assecced: 24.08.2023).
35. Baptista A., Pinho O., Pinto E., Casal S., Mota C., Ferreira I. Characterization of protein and fat composition of seeds from common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and bambara groundnuts (*Vigna subterranea* L. Verdc) from Mozambique. *Food Measure*. 2017. Vol. 11. P. 442–450.
36. Burstin J., Gallardo K., Mir R., Varshney R. K., Duc G. Improving protein content and nutrition quality. *Biology and breeding of food legumes*. CABI, Camlridge, USA. 2011. P. 314–328.
37. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. URL: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor> (Last assecced: 24.08.2023).
38. Giovanni De C., Pavan S., Taranto F., Rienzo Di V., Miazzi M. M., Marcotrigiano A. R., Mangini G., Montemurro C., Ricciardi L., Lotti C. Genetic variation of a global germplasm collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) including Italian accessions at risk of genetic erosion. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2017. 23 (1.). P. 197–205. URL: <https://doi.org/10.1007/s12298-016-0397-4> (Last assecced: 24.08.2023).

39. Gorai P. S., Ghosh R., Mandal S., Ghosh S., Chatterjee S., Gond S. K., Mandal N. C. *Bacillus siamensis* CNE6- a multifaceted plant growth promoting endophyte of *Cicer arietinum* L. having broad spectrum antifungal activities and host colonizing potential. *Microbiological Research*. 2021. 252. P. 126859. URL: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126859> (Last assecced: 24.08.2023).
40. Iqbal R., Azhar I., Iqbal M. N., Hamid I., Zahoor M., Akhtar M. F., Mahmood Z. A., Ullah R., Alotaibi A. Chemical characterization, antioxidant and antidiabetic activities of a novel polyherbal formulation comprising of *Hordeum vulgare*, *Elettaria cardamomum* and *Cicer arietinum* extracts. *Heliyon*. 2023. 9 (9). P. e19292. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19292> (Last assecced: 24.08.2023).
41. Jukanti A. K., Ismail M., Kucukoner E. Nutritional Quality and Health Benefits of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.): A Review. *British Journal of Nutrition*. 2012. 108. P. 11–26. URL: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797> (Last assecced: 24.08.2023).
42. Malviya R., Dey Sh., Pandey A., Gayen D. Genome-wide identification and expression pattern analysis of lipoxygenase genes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to accelerated aging. *Gene*. 2023. 874. P. 147482. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2023.147482> (Last assecced: 24.08.2023).
43. Mehrotra S. S., Dimkpa C. O., Goyal V. Survival mechanisms of chickpea (*Cicer arietinum*) under saline conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2023. 205. P. 108168. URL: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108168> (Last assecced: 24.08.2023).
44. Pandey A., Sharma P., Mishra D., Dey S., Malviya R., Gayen D. Genome-wide identification of the fibrillin gene family in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its response to drought stress. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. 234. P. 123757. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123757> (Last assecced: 24.08.2023).
45. Wahab A. T., Hairon S. M., Shafei M. N., Ibrahim M. I., Mahmud N. Exploring job stress among public health workforce in Northeastern Malaysia. *Cureus*. 2023. 15(11). P.e49083. URL: <https://doi:10.7759/cureus.49083> (Last assecced: 24.08.2023).
46. Zia-Ul-Haq M., Iqbal S., Ahmad S., Imran M., Niaz A., Bhangar M. I. Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 105. P. 1357–1363.

¹I. V. Chernik, ²O. V. Tryhuba

¹Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

²Kremenets Taras Shevchenko Regional-Humanitarian-Pedagogical Academy, Ukraine

COMMON CHICKPEA (*CICER ARIETINUM* L.) – A PROSPECTIVE LEGUME CULTURE OF THE WESTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE

The article provides a review of scientific literature regarding the importance, practical use, biological features, availability of varietal diversity, and elements of common chickpea cultivation technology. It is shown that today there is an increased demand for leguminous crops, which are characterized by a wide range of adaptation to climate aridification, high productivity, improvement of soil fertility and solution of the problem of food and fodder proteins. One of these crops is *Cicer arietinum* L., the seeds of which are a source of complex carbohydrates, proteins, vitamins, minerals, dietary fibre and are a complete component of the daily diet of the population in many countries and a fodder base for animals. Common chickpea is characterized by high resistance to drought, heat and frost, is not picky about cultivation technology, and in symbiosis with nodule bacteria can fix molecular nitrogen in the atmosphere and contribute to the accumulation of biological nitrogen in the soil. The cultivated area under this culture in the world is increasing every year. The State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine includes 21 varieties that have a growing season of 74 to 112 days and are recommended for cultivation in natural zones of Ukraine, 15 of them are recommended for cultivation in the Western Forest Steppe of Ukraine. The area of common chickpea crops in Ukraine is also increasing, as the crop economically stabilizes farms. With climate warming, decreasing precipitation, introduction of new varieties to the State Register of Plant Varieties, and taking into account the biological characteristics of the crop, the Western Forest Steppe becomes a favourable natural zone for the cultivation of common chickpeas with the use of new elements of technology.

Key words: common chickpea, variety, growing technology, Western Forest Steppe.

Надійшла 20.11.2023.

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

УДК: 611.018 (092) (477.84)

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.14

О. С. ВОЛОШИН, Г. Б. ГУМЕНЮК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: voloshyn@tnpu.edu.ua

ДО 150-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ЗАСНОВНИКА УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЇ ВАСИЛЯ ЮРІЙОВИЧА ЧАГОВЦЯ



У статті висвітлено основні етапи біографії та наукової діяльності видатного українського фізіолога, академіка, доктора медичних наук, професора, завідувача кафедри фізіології Київського медичного інституту Василя Юрійовича Чаговця (1873–1941). Описано етапи становлення В. Ю. Чаговця як дослідника, проаналізовано наукові досягнення вченого, його здобутки. Висвітлено внесок професора Василя Чаговця у розвиток світової фізіологічної школи, його роль як засновника електрофізіологічних досліджень в Україні. Зазначено, що наукова спадщина видатного фізіолога сприяє гідному представленню української фізіологічної школи на світовому рівні.

Ключові слова: електрофізіологія, В. Чаговець, експериментальна фізіологія, українські фізіологи.

У 2023 році виповнюється 150 років з дня народження Василя Юрійовича Чаговця – професора, академіка, доктора медицини, засновника української школи електрофізіології, завідувача кафедри фізіології в Київському медичному інституті.

Народився Василь Чаговець 30 квітня 1873 році на Полтавщині. Хутір Заруддя, що є малою батьківщиною видатного фізіолога, тепер належить до Сумської області. Батько майбутнього дослідника був землеміром, а мати працювала вчителькою жіночої гімназії. У сім'ї, крім Василя, було четверо дітей: ще два сини і дві дочки. З малих років Василь вирізнявся спрагою до знань, тож навчався у гімназії на відмінно та закінчив її із золотою медаллю. По завершенні навчання в гімназії продовжив свою освіту у Військово-медичній академії в Санкт-Петербурзі, а закінчивши навчання, протягом 1898–1902 рр. працював військовим лікарем. Молодого випускника Василя Чаговця зараховують молодшим лікарем резервного Луковського полку, що був розташований неподалік Варшави. Не обмежуючись лікарською практикою, він у 1899 р. склав докторські іспити в університеті Варшави [2, 5, 7].

Через шість років Василь Чаговець повертається до Військово-медичної академії, але вже в якості викладача фізіології. Був затверджений приват-доцентом, працював у лабораторії І. П. Павлова. Результатом активної наукової діяльності молодого дослідника став успішний захист дисертації на тему «Нарис електричних явищ на живих тканинах з точки зору новітніх фізико-хімічних теорій» у 1906 році. Дисертація молодого науковця була лише початком його дослідження, згодом вона отримала назву «Електрофізіологія нервового процесу». Уперше в історії науки для пояснення механізмів електрофізіологічних процесів були використані досягнення фізичної хімії [6, 7].

У 1909 році Василь Чаговець бере участь у конкурсах на посади професора у Харківському і Томському університетах. Перевагу молодий науковець надав роботі в Україні і розпочав працювати професором кафедри фармакології Харківського університету. На той час йому було лише 36 років. Посаду професора Харківського університету Василь Юрійович обіймав протягом нетривалого часу – у 1909–1910 рр. А роком пізніше, у 1910 році, Василь Чаговець обраний на посаду професора і завідувача кафедри фізіології медичного факультету у Київському університеті Святого Володимира. Працюючи тут, він організував фізіологічну лабораторію, на обладнання якої університетом було виділено значні кошти і закуплено найкращі електрофізіологічні прилади: струнні гальванометри, реостати, хронометри [6, 9].

Протягом наступних 20-и років в Україні проводили істотне реформування вищої школи. Унаслідок цього на основі трьох медичних факультетів університету імені Святого Володимира було створено Медичну академію. У 1921 році Медична академія також зазнала реорганізації і перейменована у Київський медичний інститут. Василь Чаговець працює там на посаді завідувача кафедри нормальної фізіології протягом багатьох років. У 1935 році він відмовляється від посади завідувача кафедри в цьому інституті і з 1936 року був завідувачем кафедри фізіології 2-го медичного інституту [6, 9].

Наукові праці всевітньо відомого і визначного українського фізіолога, академіка АН України Василя Чаговця присвячені дослідженню фізико-хімічної природи електричних потенціалів у живих тканинах і механізмів їх електричного подразнення. Особливої уваги заслуговує той факт, що саме український фізіолог був першим, хто застосував для пояснення електрофізіологічних процесів теорію електrolітичної дисоціації. Формулювання теорії походження біоелектричних потенціалів стало найбільшим його досягненням [1, 2, 10].

Слід відзначити особливість розвитку фізіологічної науки в кінці XIX століття – на початку XX століття. Саме на цей час припадає початок активного дослідження фізіологічних механізмів роботи регуляторних систем організму. Отримує свій розвиток принцип нервізму, що передбачає діяльність організму в узгодженні і єдності з функціонуванням нервової системи. Здобуло визнання вчення І. П. Павлова про вищу нервову діяльність. Водночас формується такий напрямок науки як клітинна фізіологія.

Молодий Василь Чаговець започатковує ще один новий напрямок досліджень – фізико-хімічну фізіологію. Цей напрямок був абсолютно новим, а наступні досягнення ученого заклали фундамент окремого сучасного розділу науки – електрофізіології [6].

Електрофізіологія як наука стала особливим розділом фізіології, що досліджує електричні властивості біологічних тканин, механізми генерації і передачі нервових імпульсів збудливими структурами організму. Розуміння електрофізіологічних механізмів є надзвичайно важливим для нейрофізіології, бо всі функції нервових клітин ґрунтуються на динаміці електричних процесів на плазматичних мембранах нейронів. У попередні століття значний внесок в формування цього напрямку фізіології зробили Луїджі Гальвані, Карло Матеуччі, Еміль Дюбуа-Реймон, Василь Данилевський. Професор Василь Чаговець став одним із засновників електрофізіології як сучасної науки. Працюючи в Київському медичному інституті, видатний науковець розвинув конденсаторну теорію електричного подразнення живих тканин, зробив вагомий вклад у вивчення електричних явищ у стінці шлунка. Згодом В. Чаговець запропонував дослідження секреторної діяльності шлунка методом електрогастрограми. Видатний український фізіолог обґрунтував виготовлення електрофізіологічної апаратури і застосування математичних методів у біології [10].

Такий напрям науки як електрофізіологія не може якісно розвиватись без відповідних досягнень у фізиці і техніці, без них неможливо уявити прогрес у створенні електровимірювальної та електрореєструючої апаратури [12]. Сьогодні реєстрацію електричних потенціалів різних органів та тканин широко застосовують як у наукових досліджах, так і в медичній практиці. Насамперед, це електрокардіографія, електроенцефалографія, електроретинографія, електродерматологія, реографія, електрогастроентерографія [4].

Український фізіолог одним із перших узяв участь у розробці іонної теорії біоелектричних потенціалів. Саме В. Чаговець обґрунтував положення про зміну електричних зарядів на внутрішній і зовнішній поверхні мембрани клітини у відповідь на вплив подразника. Свої наукові положення видатний український вчений обґрунтовує в доповіді «Про теорії збудження живих тканин електричним струмом», у якій зазначає, що електричний струм збуджує тканину шляхом конденсаторного відкладення іонів на напівпроникних мембранах всередині тканини [5, 6].

Василь Юрійович Чаговець зробив видатний внесок в розвиток фізіології, дослідивши цілий ряд механізмів електрофізіологічних процесів. Зокрема, він довів, що кислоти є завжди дисоційованими, встановив, що електрорушійна сила дифузійного струму буде близькою до значення, яке визначається для випадку дифузії позитивних іонів водню (через незначну різницю у швидкості руху аніонів усіх трьох кислот). Василь Чаговець встановив, що у м'язах електричний струм є концентраційним і залежить від неоднакового накопичення в місцях відведення вугільної (або молочної) кислоти, зв'язаної з білком.

Використовуючи свої знання і практичні результати роботи, отримані при дослідженні електричних потенціалів у м'язах, Василь Чаговець вирішує, що подібної природи явища можуть мати місце і у нервах.

Учений поставив перед собою завдання проаналізувати можливість проведення електричних імпульсів в нервах та ролі у цьому неорганічних іонів, що вивільняються в ділянках впливу подразника. У цьому дослідженні великим новаторством професора В. Чаговця стало використання математичних формул в дослідженні процесів біологічної електрики, зокрема, використання математичного аналізу закону Вебера-Фехнера щодо інтенсивності відчуття.

Це дослідження було першою спробою застосувати іонну теорію біоелектрогенезу з метою аналізу функції органів чуття. Таким чином, видатний український фізіолог Василь Чаговець вперше встановив, що біоелектричні процеси у м'язах і нервах мають однакову іонну природу [9].

Отже, професор Василь Чаговець першим застосував для пояснення електрофізіологічних процесів теорію електролітичної дисоціації, одним із перших взяв участь у розробці іонної теорії біоелектричних потенціалів, активно розвивав фізико-хімічну фізіологію. Його наукові праці присвячені аналізу можливості застосування дисоціації Арреніуса при вивченні електричних явищ в живих тканинах, питанням дослідження електрофізіології нервових процесів, дослідженню функціональної активності шлунка шляхом

аналізу електричних струмів його слизової оболонки [3]. Талановитий дослідник і новатор, він також багато років присвятив викладацькій діяльності.

Професор, академік, завідувач кафедри нормальної фізіології Київського медичного інституту, видатний український вчений Василь Чаговець помер у травні 1941 року в Київській лікарні водників на 68-му році життя. Похований науковець на Лук'янівському цвинтарі в Києві [7]. Визнаючи його значний внесок в розвиток української та світової фізіології, постановою Президії НАН України у 2013 році засновано премію на честь видатного українського фізіолога, основоположника електрофізіології Василя Юрійовича Чаговця. Цю премію присуджує відділення біохімії, фізіології і молекулярної біології НАН України за видатні наукові роботи в галузі фундаментальної і прикладної фізіології [8].

Результати багаторічної наукової діяльності Василя Юрійовича Чаговця стали великим внеском у розвиток української та світової фізіологічної школи, продовжують займати гідне місце серед досягнень сучасної фізіології, а постать видатного вченого, безумовно, заслуговує на вдячну пам'ять поколінь.

1. Варивода К. С. Наукова спадщина академіка В. Ю. Чаговця в галузі електрофізіології (кінець XIX – середина XX століття). *Історія освіти, науки і техніки в Україні* : матеріали ІХ Всеукр. конф. молодих учених та спеціалістів (Київ, 22 трав. 2014 р.). Київ : ФОП «Корзун Д. Ю.», 2013. С. 22–24.
2. Варивода К. С. Пріоритетні наукові напрями академіка В. Ю. Чаговця в галузі електрофізіології (кінець XIX – середина XX століття). *Наукові записки з української історії*. 2014. Вип. 34. С. 132–138.
3. Василь Юрійович Чаговець (1873–1941). URL <https://library.gov.ua/event/narodyvsya-vasyl-yurijovych-chagovets/> (дата звернення: 25.05.2023).
4. Веселовський М. С. Електрофізіологія. Енциклопедія сучасної України. URL <https://esu.com.ua/article-17784> (дата звернення: 25.05.2023).
5. Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. URL <https://www.facebook.com/Esugroup/photos/a.351634374986667/2008097292673692/?type=3> (дата звернення: 25.05.2023).
6. Клименко Л. О. Чаговець Василь Юрійович – засновник електрофізіологічних досліджень в Україні. *Питання історії науки і техніки*. 2012. № 3. С. 53–63.
7. Кундієв Ю. І. Основоположник сучасної електрофізіології: до 140-річчя з дня народження академіка Василя Юрійовича Чаговця. *Вісник Національної Академії наук України*. 2013. № 4. С. 67–75.
8. Премія НАН України імені В. Ю. Чаговця. URL https://uk.wikipedia.org/wiki/Премія_НАН_України_імені_В._Ю._Чаговця/ (дата звернення: 25.05.2023).
9. Трокоз В. Василь Юрійович Чаговець: вчений, який прославив Україну. URL <https://nubip.edu.ua/node/60320> (дата звернення: 25.05.2023).
10. Українська фізіологічна школа. URL https://pidru4niki.com/80592/meditsina/ukrayinska_fiziologichna_shkola (дата звернення: 25.05.2023).
11. Чаговець Василь Юрійович – лікар-фізіолог, ординарний професор, академік АН УРСР, завідувач кафедри фізіології, кафедри нормальної фізіології, кафедри фізіології людини 2-го КМІ: до 150-річчя від дня народження. URL: <https://librarynmu.com/novyny/834> (дата звернення: 25.05.2023).
12. Швець Валентин, Боштан Софія, Борейко Лілія. Історичний огляд електрофізіологічних методів дослідження. *APSNIM. Актуальні питання суспільних наук та історії медицини*. 2017. № 2 (14). С. 149–152.

References

1. Varyvoda K. S. Naukova spadshchyna akademika V. Yu. Chahovtsia v haluzi elektrofiziolohii (kinets XIX – seredyna XX stolittia). *Istoriia osvity, nauky i tekhniky v Ukraini* : materialy IX vseukr. konf. molodykh uchenykh ta spetsialistiv (Kyiv, 22 trav. 2014 r.). Kyiv : FOP «Korzun D. Yu.», 2013. S. 22–24. [in Ukrainian]
2. Varyvoda K. S. Priorytetni naukovy napriamy akademika V. Yu. Chahovtsia v haluzi elektrofiziolohii (kinets XIX – seredyna XX stolittia). *Naukovi zapysky z ukrainskoi istorii*. 2014. Vyp. 34. S. 132–138. [in Ukrainian]
3. Vasyl Yuriyovych Chahovets (1873–1941). URL <https://library.gov.ua/event/narodyvsya-vasyl-yurijovych-chagovets/> (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]
4. Veselovskiy M. S. Elektrofiziolohiia. Entsiklopediia suchasnoi Ukrainy. URL <https://esu.com.ua/article-17784> (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]
5. Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy. URL <https://www.facebook.com/Esugroup/photos/a.351634374986667/2008097292673692/?type=3> (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]

6. Klymenko L. O. Chahovets Vasyl Yuriiovich – zasnovnyk elektrofiziologichnykh doslidzhen v Ukraini. *Pytannia istorii nauky i tekhniki*. 2012. No 3. S. 53–63. [in Ukrainian]
7. Kundiiiev Yu. I. Osnovopolozhnyk suchasnoi elektrofiziologii: do 140-richchia z dnia narodzhennia akademika Vasyliia Yuriiovycha Chahovtsia. *Visnyk Natsionalnoi Akademii nauk Ukrainy*. 2013. No 4. S. 67–75. [in Ukrainian]
8. Premiia NAN Ukrainy imeni V. Yu. Chahovtsia. URL https://uk.wikipedia.org/wiki/Premiia_NAN_Ukrainy_imeni_V._Yu._Chahovtsia/ (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]
9. Trokoz V. Vasyl Yuriiovich Chahovets: vchenyi, yakyi proslavyv Ukrainu. URL <https://nubip.edu.ua/node/60320> (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]
10. Ukrainska fiziologichna shkola. URL https://pidru4niki.com/80592/meditsina/ukrayinska_fiziologichna_shkola (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]
11. Chahovets Vasyl Yuriiovich – likar-fiziolog, ordynarnyi profesor, akademik AN URSR, zaviduvach kafedry fiziologii, kafedry normalnoi fiziologii, kafedry fiziologii liudyny 2-ho KMI: do 150-richchia vid dnia narodzhennia. URL: <https://librarynmu.com/novyny/834> (data zvernennia: 25.05.2023). [in Ukrainian]
12. Shvets Valentyn, Boshtan Sofiia, Boreiko Liliia. Istorychnyi ohliad elektrofiziologichnykh metodiv doslidzhennia. *APSNIM. Aktualni pytannia suspilnykh nauk ta istorii medytsyny*. 2017. No 2 (14). S. 149–152. [in Ukrainian]

O. S. Voloshyn, H. B. Humeniuk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

TO THE 150TH ANNIVERSARY OF THE BIRTHDAY OF THE FOUNDER OF THE UKRAINIAN SCHOOL OF ELECTROPHYSIOLOGY VASYL YURIYOVYCH CHAHOVETS

The article is devoted to the main stages of the life path and scientific activity of the outstanding Ukrainian physiologist, academician, doctor of medical sciences, professor, head of the Department of Physiology at the Kyiv Medical Institute, Vasyl Yuriyovych Chahovets (1873–1941). The work highlights the stages of formation of V. Yu. Chahovets as a unique personality and researcher, and analyzed the scientific achievements of the scientist, his organizational and creative achievements.

Vasyl Chahovets was born on April 30, 1873 in Poltava region. From an early age, Vasyl was distinguished by his thirst for knowledge, he studied excellently at the gymnasium. He received his higher education at the Military Medical Academy in St. Petersburg and during 1898–1902 worked as a military doctor in the Lukovsky regiment, which was located near Warsaw. Not limited to medical practice, in 1899 Chahovec passed his doctoral exams at the University of Warsaw.

Later, Chahovets returned to the Military Medical Academy and worked as a private associate professor. The result of the beginning of his scientific activity was the defense of a dissertation on the topic "Essay of electrical phenomena on living tissues from the point of view of the latest physicochemical theories" in 1906.

In 1910, Vasyl Chahovets was elected to the position of professor and head of the Department of Physiology of the Faculty of Medicine at Kyiv St. Volodymyr University. While working here, Chahovets organized a physiological laboratory. Over the next 20 years, a significant reform of higher education was carried out in Ukraine. As a result, the Kyiv Medical Institute was created on the basis of three medical faculties of St. Volodymyr University, where Vasyl Chahovets worked as the head of the Department of Normal Physiology.

It is important that the Ukrainian physiologist is one of the developers of the ionic theory of bioelectric potentials, substantiated the proposition about the change of electric charges on the inner and outer surface of the cell membrane in response to irritation. The merit of Professor Chahovets is the use of mathematical formulas in the study of the mechanisms of biological electricity [9]. Professor Vasyl Chahovets was the first to apply the theory of electrolytic dissociation to explain electrophysiological processes, took part in the development of the theory of bioelectric potentials and the creation of a new direction of research - physicochemical physiology. Prominent Ukrainian physiologist, professor Vasyl Chahovets died in May 1941 in Kyiv at the age of 68, buried at the Lukyanivskiy cemetery. The results of his research continue to occupy a worthy place among the achievements of modern physiology, and the figure of an outstanding scientist deserves the respect of his descendants.

Key words: electrophysiology, Chahovets, experimental physiology, Ukrainian physiologists.

Надійшла 04.09.2023.

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

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: drobyk.n@gmail.com

**ПАМ'ЯТІ ВІДОМОГО УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО-БОТАНІКА,
ЗАСЛУЖЕНОГО ДІЯЧА НАУКИ І ТЕХНІКИ, ПРОФЕСОРА,
АКАДЕМІКА ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ БАРНИ МИКОЛИ
МИКОЛАЙОВИЧА (08.02.1938 – 13.07.2023 рр.)**



13 липня 2023 року на 86 році пішов із життя відомий український учений-ботанік, доктор біологічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії наук Вищої школи України, дійсний член (академік) Української Екологічної Академії наук, відмінник освіти України, відмінник охорони природи України, почесний член Українського ботанічного товариства, Соросівський професор, стипендіат Кабінету Міністрів України, професор кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Барна Микола Миколайович.

Життя Миколи Миколайовича з серпня 1971 року було тісно та нерозривно пов'язане з Тернопільським педагогічним інститутом (сьогодні Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка), з його природничим, а нині хіміко-біологічним факультетом, деканом якого він був упродовж 16 років. Увесь свій організаторський хист, усі свої знання, уміння, творчий запал своєї широкої душі Микола Миколайович понад 50 років віддавав служінню улюбленій справі, рідному колективу, студентській молоді. Висококваліфікований педагог, умілий організатор навчально-виховного процесу та підготовки педагогічних кадрів вищої кваліфікації, всебічно обдарована та глибоко мисляча людина, Людина з великої літери, патріот України і Лемківщини.

Вагомим є доробок Барни М. М. За його ініціативи та безпосередньої участі закладений дендрарій Тернопільського державного педагогічного інституту (сьогодні Тернопільський

132 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2023. Т. 83, № 3–4

національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка); створені гербарій кафедри ботаніки – нині «Лабораторія морфології та систематики рослин – гербарій», лабораторія біології та екології «Голицький біостаніонар університету»; заснований науковий фаховий журнал «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія». Миколі Миколайовичу належить ідея започаткування Біблійного ботанічного саду на території ТНПУ, яка уже знайшла своє втілення.

Ключові слова: учений, викладач, ботаніка, цитоембріологія, дендрологія, наукові праці, дисертації, «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія», дендрарій, Біблійний ботанічний сад, гербарій, спеціалізовані вчені ради.

13 липня 2023 року на 86 році пішов із життя відомий український учений-ботанік, доктор біологічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії наук Вищої школи України, дійсний член (академік) Української Екологічної Академії наук, відмінник освіти України, відмінник охорони природи України, почесний член Українського ботанічного товариства, Соросівський професор, стипендіат Кабінету Міністрів України, професор кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Барна Микола Миколайович.

Барна Микола Миколайович народився 8 лютого 1938 року в с. Радоцина Горлицького повіту Краківського воєводства (Лемківщина, Польща) у селянській працьовитій сім'ї. У 1956 році вступив на лісогосподарський факультет Львівського лісотехнічного інституту (нині Національний лісотехнічний університет України), який закінчив у 1961 році з відзнакою. У 1961 році Микола Миколайович розпочав свою трудову діяльність на посаді помічника лісного Діловецького лісництва, а відтак інженера Велико-Бичківського лісокомбінату тресту «Закарпатліс». У 1964 році вступив до аспірантури в Український науково-дослідний інститут лісового господарства і агролісомеліорації (УкрНДЛГА, м. Харків), де в лабораторії цитоембріології відділу селекції та інтродукції почав 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.

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).

Життя Барни М. М. з серпня 1971 року було тісно та нерозривно пов'язане з Тернопільським національним педагогічним університетом, з його природничим, а нині хіміко-біологічним факультетом, деканом якого він був упродовж 16 років. 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. Барна М. М. був заступником декана природничого факультету, з 1990 по червень 2006 р. – деканом хіміко-біологічного факультету ТНПУ.

Професор Барна М. М. постійно підвищував 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.

Увесь свій організаторський хист, знання, уміння, творчий запал широкої душі Микола Миколайович понад 50 років віддав служінню улюбленій справі, рідному колективу, студентській молоді. Висококваліфікований педагог, умілий організатор навчально-виховного процесу та підготовки педагогічних кадрів вищої кваліфікації, всебічно обдарована та глибоко мисляча людина, Людина з великої літери, патріот України і Лемківщини.

Вагомим є доробок Барни М. М. З його ініціативи та за безпосередньої участі було створення гербарію кафедри ботаніки (1977 р.) – нині «Лабораторія морфології та систематики

рослин – гербарій», заснування наукового фахового журналу «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія» (1997 р.), лабораторії біології та екології «Голицький біостаціонар університету» (1998 р.). Барна М. М. спільно з доцентом Шиманською В. О. розробили проєкт і заклали дендрарій Тернопільського державного педагогічного університету (1971–1977 рр.). Миколі Миколайовичу належить ідея започаткування Біблійного ботанічного саду на території ТНПУ, яка уже знайшла своє втілення.

Основними напрямками наукових досліджень Барни М. М. були ботаніка, репродуктивна біологія, ембріологія, цитоембріологія рослин, магнітобіологія, цитологія, гістологія, декоративна дендрологія, екологія рослин, фітосозологія, педагогіка вищої школи, історія освіти і науки. Під керівництвом професора Барни М. М. підготовлено й захищено 7 кандидатських дисертацій, він 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.).

Професор Барна М. М. – автор (співавтор) понад 450 друківаних праць зокрема 9 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.

Активна багаторічна виробнича, науково-дослідна, навчально-методична та викладацька діяльність Барни М. М. була відзначена державою. За значний особистий внесок у розвиток національної освіти України та наукові здобутки був 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 Барні М. М. 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 Барні М. М. присвоєно звання «Соросівський асоційований професор» і вручено грант № APU 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.

Життєвий і творчий шлях Миколи Миколайовича – взірць відданості улюбленій справі, зразок людської гідності, добропорядності, високої душевної щедрості, оптимізму, вірності служінню Україні, Лемківщині та науці.

Хіміко-біологічний факультет у глибокій скорботі... Ми втратили Особистість, Вчителя, Колегу, який упродовж десятків років був серцем нашого факультету, а факультет був його дітищем, другим домом і частиною родини. Наш спільний дім осиротів...

Пам'ять про професора Миколу Миколайовича Барну назавжди залишиться в серцях його рідних, колег, друзів, учнів, студентів, тих, хто його знав, шанував і любив. Для увіковічення пам'яті рішенням Вченої ради Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка навчальній аудиторії 122, де Микола Миколайович упродовж 46 років навчав студентів ботаніки, яку за його безпосередньої участі обладнано як спеціалізовану лабораторію з анатомії та морфології рослин, присвоєно ім'я професора Миколи Барни.

Продовжуючи започатковану ідею Барни М. М., колекція Біблійного ботанічного саду на території ТНПУ з кожним роком буде поповнюватися й слугуватиме пам'яттю про Професора.

Життєвий шлях і вагомий доробок професора Миколи Миколайовича Барни – приклад для прийдешніх поколінь студентів, науковців і педагогів.

1. Пида С. В., Дробик Н. М., Барна Л. С., Герц Н. В., Мацюк О. Б. Барна Микола Миколайович – відомий український вчений-ботанік, цитоембріолог, заслужений діяч науки і техніки України, педагог (до 85 – річчя від дня народження). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія.* 2023. Т. 83, № 1–2. С. 84–92. DOI : 10.25128/2078-2357.23.1–2.12.
2. 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.
3. Микола Барна. Радощина в моєму серці: наук.-попул. вид. Тернопіль : Підручники і посібники, 2011. 240 с. : іл.
4. 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. Pyda S. V., Drobyk N. M., Barna L. S., Herts N. V., Matsiuk O. B. Barna Mykola Mykolayovych – vidomyi ukrainyskyi vchenyi–botanik, tsytoembrioloh, zasluzhenyi diiach nauky i tekhniky Ukrainy, pedahoh (do 85 – richchia vid dnia narodzhennia). *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya: Biolohiia.* 2023. T. 83, No 1–2. S. 84–92. DOI : 10.25128/2078-2357.23.1–2.12. [in Ukrainian]
2. 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]
3. Mykola Barna. Radotsyna v moiemu sertsii: nauk.-popul. vyd. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2011. 240 s. : il. [in Ukrainian]
4. Narisy istorii khimiko-biolohichnoho fakultetu Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka (1940–2010) : naukovo-publitsystychne 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, R. L. Yavorivskiy
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

IN MEMORY OF THE RENOWNED UKRAINIAN BOTANIST, DISTINGUISHED SCIENTIST AND TECHNOLOGIST, PROFESSOR, ACADEMICIAN OF HIGHER EDUCATION OF UKRAINE, BARNA MYKOLA MYKOLAIOVYCH (08.02.1938 – 13.07.2023)

On July 13, 2023, at the age of 86, the renowned Ukrainian scientist-botanist, Doctor of Biological Sciences, Professor, Distinguished Figure of Science and Technology of Ukraine, Academician of the Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine, Full Member (Academician) of the Ukrainian Ecological Academy of Sciences, Honored Educator of Ukraine, Honored Naturalist of Ukraine, Honorary Member of the Ukrainian Botanical Society, Soros Professor, Scholar of the Cabinet of

Ministers of Ukraine, Professor of the Department of Botany and Zoology at Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Barna Mykola Mykolaiovych, passed away.

From August 1971, the life of Mykola Mykolaiovych was closely and inseparably linked to Ternopil Pedagogical University, the faculty of natural sciences and now chemical-biological faculty, of which he was the dean for 16 years. For over 50 years, he devoted all his organizational talent, knowledge, skills, and his passionate soul to his job, his close-knit team, and the student youth. He was a highly qualified educator and coach, adept organizer of the educational process and training of highly qualified pedagogical personnel, a versatile and deeply thoughtful individual, a Person with a capital letter, a patriot of Ukraine and Lemkivshchyna.

The contribution of Barna Mykola Mykolaiovych is invaluable. At his initiative and with his direct participation, the botanical garden of Ternopil State Pedagogical Institute was established. He created the herbarium of the Department of Botany, now known as the “Laboratory of Plant Morphology and Systematics - Herbarium,” as well as the laboratory of biology and ecology “Holitsky Bio Station of the University.” He founded the scientific journal “Scientific Notes of Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University. Series: Biology.” Mykola Mykolaiovych conceived the idea of establishing a Biblical Botanical Garden on the territory of TNPU, which has already been implemented.

Key words: scientist, teacher, botany, cytology, dendrology, scientific papers, dissertations, “Scientific Notes of Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University. Series: Biolog”, botanical garden, Biblical Botanical Garden, herbarium, specialized scientific councils.

Надійшла 06.11.2023.

В. О. ШИМАНСЬКА – ВІДОМА УКРАЇНСЬКА ВЧЕНА-БОТАНІК ТА ЗНАВЕЦЬ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН



10 вересня 2023 року наукова спільнота відзначила 100 років від дня народження талановитої української вченої-ботаніка, знаного систематика рослин, флориста і ресурсознавця лікарських рослин Подільського краю, мудрої організаторки ботанічних досліджень, педагога, кандидатки біологічних наук, доцентки, завідувачки кафедри ботаніки Кременецького державного педагогічного інституту (1967–1969 рр.) та Тернопільського державного педагогічного інституту (1969–1977 і 1981–1988 рр.) Шиманської Валентини Омелянівни.

Учена досліджувала лікарські рослини, що використовують у народній медицині для лікування злоякісних пухлин, зубу, серцево-судинних захворювань та захворювань шлунково-кишкового тракту, застосовують в отоларингології і потребують охорони; рослинну сировину, яка характеризується кровоспинними та стимулюючими кровотворення властивостями.

Шиманська В. О. була талановитою викладачкою, яка щедро ділилася зі студентами своїми глибокими теоретичними знаннями, доброзичливою і толерантною Людиною. Вона збагатила науку працями першорядного значення, самостійно і в співавторстві опублікувала понад 150 наукових і науково-методичних робіт, у тому числі понад 50 статей у наукових фахових та інших виданнях, 75 матеріалів і тез доповідей на наукових зібраннях різного рівня, 20 науково-популярних статей.

Ключові слова: В. О. Шиманська, ботанік, педагог, лікарські рослини.

Тернопільський край славиться квітучою природою, працьовитими й талановитими людьми, високим і розмаїтим духовним потенціалом та є одним з осередків зародження освіти та науки. Вагомим кроком у становленні вищої освіти на Тернопільщині стало відкриття у м. Кременці в 1805 році Вищої Волинської гімназії, Кременецького ліцею (1819 р.), а відтак – у 1940 р. вчительського інституту [1]. Саме у мальовничий Кременець після закінчення біологічного факультету Львівського державного університету ім. Івана Франка прийшла працювати молода, але кваліфікована біологиня-ботанік Валентина Омелянівна Шиманська, де пройшла шлях від асистента до завідувачки кафедри Кременецького державного педагогічного інституту (1953–1969 рр.).

Наукова спільнота 10 вересня 2023 року відзначила 100 років від дня народження Валентини Омелянівни Шиманської – талановитої української вченої-ботаніка, знаного систематика рослин, флориста і ресурсознавця лікарських рослин, педагога й організатора, яка очолювала кафедри ботаніки Кременецького державного педагогічного інституту (1967–1969 рр.) та Тернопільського державного педагогічного інституту (1969–1977 і 1981–1988 рр.) [3].

Валентина Омелянівна Шиманська народилася 10 вересня 1923 року в місті Дубно Рівненської області в сім'ї робітників. З 1930 по 1937 рр. навчалася у початковій семирічній школі. Після її закінчення у цьому ж році поступила у жіночу технічну школу м. Дубно, яку успішно закінчила в 1939 р. Вона була допитливою та старанною ученицею, намагалася отримати якомога більше знань. Після 1939 р. Валентина Омелянівна продовжила навчання у середній школі № 2 м. Дубно і в 1941 р. закінчила 8 клас. З початком Другої світової війни навчання в школі було перервано і Валентина Омелянівна пішла працювати ремонтним робітником станції Дубно. Після звільнення міста від фашистських загарбників у 1944 р. вона працювала секретарем-машиністкою районної прокуратури, пізніше касиром станції Дубно. З 1946 р. навчалася у Дубенському педагогічному училищі, одночасно працювала там бухгалтером, а також навчалася у вечірній середній школі робітничої молоді [4, 6]. Валентина Омелянівна успадкувала від батьків любов до рідної землі, природи рідного краю, працьовитість. Вони з дитинства прищепили їй почуття добра, чесності та порядності. Але бажання вчитися, пізнавати природу, досліджувати рослини домінувало у всіх її мріях і помислах. З 1948 по 1953 рік Шиманська В. О. – студентка біологічного факультету Львівського державного університету ім. Івана Франка. Валентина Омелянівна була старанною та допитливою студенткою, «спеціалізувалася на кафедрі морфології і систематики вищих рослин, проявляла видатні здібності до наукової роботи ...» (з характеристики студентки 5 курсу, підписаної деканом біологічного факультету, доцентом І. А. Медяник) [6].

На формування наукового світогляду майбутньої вченої великий вплив мало наукове середовище університету, високоосвічений та інтелігентний професорсько-викладацький склад факультету, лекції та практичні заняття відомих учених-ботаніків. У 1945 році на біологічному факультеті університету були утворені два ботанічні підрозділи: кафедра вищих рослин і кафедра нижчих рослин. Кафедрою вищих рослин керували професор Михайло Попов (1945–1948 рр.) та професор Петро Ярошенко (1948–1953 рр.). Кафедра нижчих рослин працювала під керівництвом професора Андрія Лазаренка (1948–1955 рр.) [6].

Глибокі знання, природна допитливість, ботанічне середовище Кременця та багатство видового різноманіття флори Волині сприяли розквіту таланту Валентини Омелянівни як дослідника флори, лікарських рослин народної медицини, ресурсів лікарських рослин у північно-західних областях України [5].

Варто зазначити, що ще на початку XIX століття (1805–1831 рр.) Кременець був важливим осередком ботанічних досліджень. Своїм розвитком і розквітом ботанічна наука завдячує трьом видатним природознавцям – Францішку Шейдту (1759–1807 рр.), Віллібальду Бессеру (1784–1842 рр.) та Антонію Анджейовському (1785–1868 рр.), які працювали свого часу у Волинській гімназії та Кременецькому ліцеї, формували та збагачували колекції ботанічного саду, досліджували флору. Вони зробили вагомий внесок у розвиток світової науки завдяки організації та підтримці на відповідному рівні ботанічного саду, флористичним дослідженням Волині, Поділля, Побужжя й південної частини Полісся [1].

Біологічне різноманіття та красу ландшафту Кременеччини відзначено ще В. Бессером: «Місцем, яке особливо обдароване багатством і розмаїттям флори, вважаю околиці Кременця, де різноманітне розташування, різні ґрунти сприяють надзвичайно відмінним формам...» [цит. за 1].

За період роботи в Кременецькому державному педагогічному інституті Шиманською В. О. були організовані наукові дослідження з вивчення лікарських рослин народної медицини та їх ресурсів у північно-західних областях України (рис. 1, 2). Зокрема, на науковій конференції кафедр Кременецького педінституту (1958 р.) учена представила результати дослідження на тему «Лікарські рослини народної медицини Волині» [11]. У працях «Лікарські рослини народної медицини Львівського економічного району» (1960 р.) [12] та «Застосування деяких рослин для лікування зубу і «раку» в народній медицині» (1962 р.) [8] наведено відомості стосовно поширення, використання лікарської сировини рослин, що зростають на території Львівського економічного району, рецепти приготування ліків та способи їх застосування у народній медицині. Зокрема, для лікування зубу рекомендовано використовувати буквицю лікарську (*Betonica officinalis* L. s. l.) з родини Губоцвіті (*Labiatae*), нетребу колючу (*Xanthium spinosum* L.), нетребу звичайну (*Xanthium strumarium* L.), осот прибережний (*Cirsium rivulare* (Jacq.) All.) та роман собачий (*Anthemis cotula* L.) з родини Складноцвіті (*Compositae*), настурцію лікарську (*Nasturtium officinale* R. Вг.) з родини Хрестоцвіті (*Cruciferae*). На основі опрацьованих джерел літератури та власних досліджень, для лікування злоякісних пухлин Валентина Омелянівна пропонує болиголов плямистий (*Conium maculatum* L.), моркву дику (*Daucus carota* L.) та моркву посівну (*D. sativus* (Hoffm) Roehl.) з родини Зонтичні (*Umbelliferae*), бузину чорну (*Sambucus nigra* L.) з родини Жимолостеві (*Caprifoliaceae*), горобину звичайну (*Sorbus aucuparia* L.), гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris* Moench), парило волосисте (*Agrimonia pilosa* Ledeb.) і парило звичайне (*A. eupatoria* L.) з родини Розові (*Rosaceae*), рідкісну ендемічну рослину молочай волинський (*Euphorbia volhynica* Bess. ex. Szaf., Kulcz. et Pawl.), а також молочай городній (*E. peplus* L.), молочай кипарисоподібний (*E. cyparissias* L.) і молочай прутоподібний (*E. virgultosa* Klok.) з родини Молочайні (*Euphorbiaceae*), очиток їдкий (*Sedum acre* L.) з родини Товстолисті (*Crassulaceae*), цибулю пряму (*Allium strictum* Schrad.), цибулю городню (*A. cepa* L.) та цибулю гірську (*A. montanum* F. W. Schmidt) з родини Цибулеві (*Alliaceae*), чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.) з родини Макові (*Papaveraceae*).



Рис. 1. Гербарні зразки болиголова плямистого (*Conium maculatum* L.), вовчуга польового (*Ononis arvensis* L.) (околиці м. Дубно) та астрагалу солодколистого (*Astragalus glycyphyllos* L.) (Дівочі скелі), зібрані В. О. Шиманською 04.07, 15.07.1959 та 10.07.1958 рр. (з колекції іменного гербарію В. О. Шиманської ТНПУ).



Рис. 2. В. О. Шиманська досліджує флору околиць міста Кременець та визначає зібраний гербарний матеріал.

На VI з'їзді Українського фізіологічного товариства (1961 р.) Шиманська В. О. зі співавторами ознайомила наукову спільноту з результатами фармакологічного дослідження серцевих засобів рослинного походження, які широко застосовують у народній медицині [2], а на звітно-науковій конференції кафедр Кременецького педагогічного інституту (1965 р.) [10, 13] репрезентувала цікавий матеріал про лікарські рослини народної медицини, що використовують у лікуванні шлунково-кишкових захворювань, та рослинну сировину, яка характеризується кровоспинними та стимулюючими кровотворення властивостями.

Варто зазначити, що на науковій конференції «Проблеми патології серцево-судинної системи» (м. Івано-Франківськ, 1964 р.) Валентина Омелянівна представила результати досліджень стосовно застосування дикоростучих рослин західних областей України для лікування гіпертонії [9], а в 1965 році на III з'їзді Українського ботанічного товариства (м. Київ) також присвятила свою доповідь проблемі лікування серцевих захворювань за допомогою рослин народної медицини [14].

Результати наукових досліджень лікарських рослин стали основою для написання та успішного захисту 29 листопада 1967 року у Львівському державному університеті ім. Івана Франка дисертаційної роботи на тему: «Лікарські рослини народної медицини північно-західних областей УРСР» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 094 – ботаніка [4, 6].

Пропрацювавши менше ніж один рік після захисту дисертації у Кременецькому державному педагогічному інституті, Валентина Омелянівна з 1967 року очолила кафедру ботаніки. На цій посаді сповна виявилися її здібності як науковця та викладача. Вона продовжувала досліджувати різні аспекти лікарських рослин західних областей України, виявляти нові види, що використовують у народній медицині.

11 вересня 1968 року Вищою атестаційною комісією Міністерства вищої і середньої освіти СРСР Шиманській В. О. присвоєно вчене звання доцента по кафедрі ботаніки [4, 6].

Відповідно до постанови Ради Міністрів УРСР № 423 від 21 липня 1969 року Кременецький державний педагогічний інститут було перебазовано до міста Тернопіль і надано йому нову назву – Тернопільський державний педагогічний інститут. Валентина Омелянівна Шиманська очолила кафедру ботаніки зазначеного інституту (1969–1977 і 1981–1988 рр.), де проявила талант організатора, оскільки необхідно було заново створювати навчально-матеріальну базу природничого факультету: агробіостанцію, біостаніонар для проведення навчальних практик з ботаніки, закласти дендрарій, озеленювати територію навколо головного навчально-адміністративного корпусу.

Валентина Омелянівна була ініціатором створення гербарію в Тернопільському державному педагогічному інституті (нині навчальна лабораторія морфології та систематики

рослин – гербарій). Варто зазначити, що після реорганізації Кременецького учительського інституту в педагогічний, на основі кафедри природознавства і географії (1950 р.) була створена кафедра ботаніки, на якій успішно працювали над вивченням регіональної флори і формуванням гербарію Б. В. Заверуха, В. О. Шиманська, С. В. Зелінка. У зв'язку з перебудуванням Кременецького державного педагогічного інституту до міста Тернопіль гербарні фонди були переміщені з усією навчально-матеріальною базою. Проте, лише у 1977 році на кафедрі ботаніки Тернопільського державного педагогічного інституту була спеціально відведена кімната для гербарію. Фонди містили колекції трьох напрямків: науковий та навчальний гербарії й обмінний фонд. Саме у науковому гербарії розміщена фондова авторська колекція Валентини Омелянівни Шиманської, яка нараховує понад 500 гербарних аркушів і зберігається понині (рис. 1, 3, 4). Окрему секцію відведено під експозицію лікарських рослин, а також раритетних та регіонально рідкісних видів флори Західного Поділля, Волино-Поділля, Розточчя, Опілля, Кременецьких гір, Карпатського регіону тощо, зокрема, лемботропісу чорніючого (*Lembotropis nigricans* (L.) Griseb.), саротамнусу віникового (*Sarothamnus scorpius* (L.) Koch), білосору болотного (*Parnassia palustris* L.), материнки звичайної (*Origanum vulgare* L.), росички англійської (*Drosera anglica* Huds.), аморфи куцовой (*Amorpha fruticosa* L.), бобівника трилистого (*Menyanthes trifoliata* L.), товстянки звичайної (*Pinguicula vulgaris* L.).

На сьогодні гербарій кафедри ботаніки та зоології ТНПУ імені Володимира Гнатюка входить до переліку гербаріїв Index Herbariorum, який веде Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України, з акронімом TERN та нараховує близько 30 000 гербарних аркушів.

Більша частина колекції сформована Валентиною Омелянівною упродовж 50–60-х років минулого століття (рис. 3, 4).

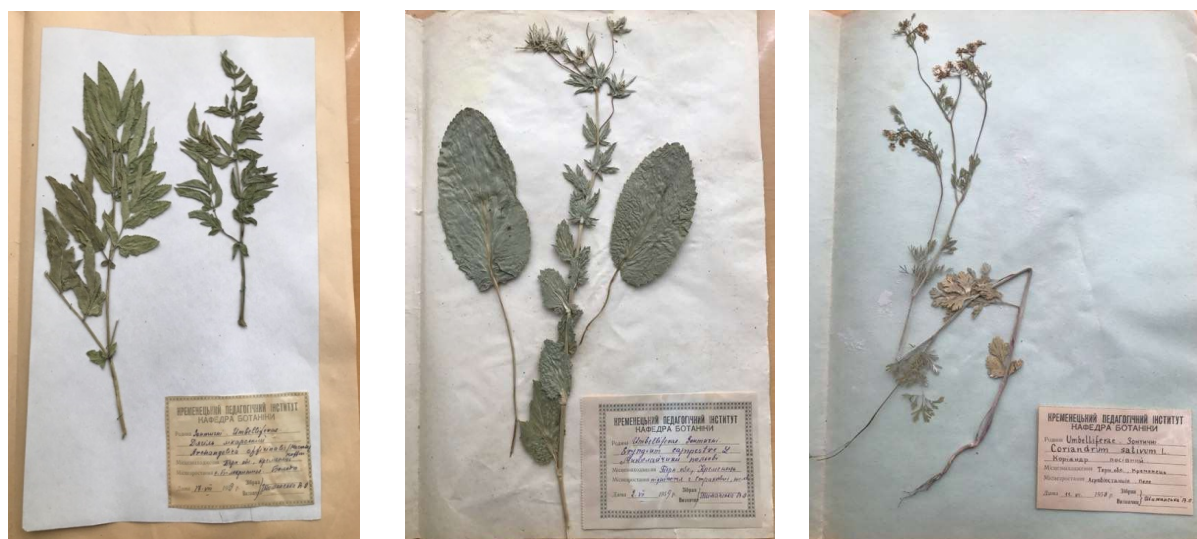


Рис. 3. Гербарні зразки дягелю лікарського (*Archangelica officinalis* Hoffm.), зібрано 17.08.1959 р.; миколайчиків польових (*Eryngium campestre* L.), зібрано 2.07.1959 р.; коріандру посівного (*Coriandrum sativum* L.), зібрано 11.06.1958 р. (з колекції іменного гербарію В. О. Шиманської ТНПУ).

Основна територія збору припадала на наступні регіони: місто Кременець та його околиці (гори Страхова, Черча, Маслятин, Дівочі скелі), Кременецький та Чортківський райони Тернопільської області, Дубенський та Сарненський райони Рівненської області, Камінь-Каширський район Волинської області, Львівська область, Карпатські гори.



Рис. 4. Гербарні зразки золототисячника звичайного (*Centaurium erythraea* Rafn), зібрано 15.07.1959 р.; мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis* L.), зібрано 12.07.1968 р.; квасениці звичайної (*Oxalis acetosella* L.), зібрано 24.05.1957 р. (з колекції іменного гербарію В. О. Шиманської ТНПУ).

Тема лікарських рослин у дослідженнях Шиманської В. О. домінує упродовж усієї її науково-педагогічної діяльності. У Тернопільському державному педагогічному інституті вчена залучає до досліджень співробітників кафедри ботаніки. Разом з Бригінцем М. Л. (1974 р.) [15] Валентина Омелянівна досліджувала рослини народної медицини, що використовують у народній медицині для лікування злоякісних пухлин, зокрема, гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris* Moench), алтея лікарська (*Althaea officinalis* L.), парило звичайне (*Agrimonia eupatoria* L.), віхалка гілляста (*Anthericum ramosum* L.), арум Бессера (*Arum besseranum* Schott), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.), плющ звичайний (*Hedera helix* L.), форзиція плакуча (*Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl), петрів хрест лускатий (*Lathraea squamaria* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), калина звичайна (*Viburnum opulus* L.), вовконіг європейський (*Lycopus europaeus* L.), сідач конопляний (*Eupatorium cannabinum* L.), нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.) і колюча (*X. spinosum* L.), шафран Гейфелів (*Crocus heuffelianus* Herb.), смілка звичайна (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke), молочай волинський (*Euphorbia volhynica* Bess. ex. Szaf., Kulcz. et Pawl.), червець однорічний (*Scleranthus annuus* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), підсніжник білосніжний (*Galanthus nivalis* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.) та ін.

Зважаючи на поширення серцево-судинних захворювань і використання лікарських рослин народної медицини для їх лікування, Шиманська В. О. разом з Кіт С. М. та Бригінцем М. Л. [18] досліджували ефективність водних витяжок арніки гірської (*Arnica montana* L.), горіха грецького (*Juglans regia* L.), омани мечолистого (*Inula ensifolia* L.), живокосту лікарського (*Symphytum officinale* L.), звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.), квасениці звичайної (*Oxalis acetosella* L.), ластовня лікарського (*Vincetoxicum hirundinaria* Medik.), нагідків лікарських (*Calendula officinalis* L.), переліски багаторічної (*Mercurialis perennis* L.), плюща звичайного (*Hedera helix* L.), суріпиці звичайної (*Barbarea vulgaris* R. Br.), талабану польового (*Thlaspi arvense* L.), шавлії залозистої (*Salvia glutinosa* L.), шовковиці білої (*Morus alba* L.) на піддослідних тваринах (кішки, кролі, жаби).

Разом зі Зелінкою С. В. (1975 р.) [17] Шиманська В. О. проводила дослідження щодо охорони рідкісних видів лікарських рослин, оскільки запаси степових, скельних, тіньлюбних та інших видів дикорослих лікарських рослин швидко зменшувались, що пов'язано з інтенсивною заготівлею спеціальними установами та населенням лікарської сировини (на Поділлі у той час заготовляли понад 300 видів рослин) і в результаті різноманітних видів господарської діяльності (розорювання земель, вирубування лісів, штучне лісорозведення,

осушення боліт, посилений випас тварин тощо). У зв'язку з цим існує необхідність їх охорони та раціонального використання. На думку вчених, особливої охорони потребують ендемічні, реліктові та рідкісні види, які одночасно є і лікарськими, зокрема змієголовник австрійський (*Dracosephalum austriacum* L.), клопогін європейський (*Cimicifuga europaea* Schipcz.), гвоздика несправжньо-пізня (*Dianthus pseudoserotinus* Block.), медунка м'яка (*Pulmonaria mollis* Wulf. ex Hornem.), молочай волинський (*Euphorbia volhynica* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl.), самосил гірський (*Teucrium montanum* L.), ефедра двоколоскова (*Ephedra distachya* L.), беладона звичайна (*Atropa bella-donna* L.), пізньоцвіт осінній (*Colchicum autumnale* L.), баранець звичайний (*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.), скополія карніолійська (*Scopolia carniolica* Jacq.), відкасинок татарниколистий (*Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl.), берека (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.), лілія лісова (*Lilium martagon* L.), росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.), види роду аконіт (*Aconitum* L.) тощо.

Учені звертають особливу увагу на лікарські види рослин, які раніше були широко розповсюджені, але внаслідок господарської діяльності та інтенсивної заготівлі сировини знищені або трапляються у незначній кількості, – горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.), материнка звичайна (*Origanum vulgare* L.), золототисячник звичайний (*Centaurium erythraea* Rafn), алтея лікарська (*Althaea officinalis* L.), цмин пісковий (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), хамоміла лікарська (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), лепеха звичайна (*Acorus calamus* L.), собача кропива звичайна (*Leonurus cardiaca* L.), конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.), валеріана пагононосна (*Valeriana stolonifera* Czern.), сухоцвіт багновий (*Gnaphalium uliginosum* L.), гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris* Moench), переступень білий (*Bryonia alba* L.), аспленій або костянець муровий (*Asplenium ruta-muraria* L.), види роду зозулинець (*Orchis* L.) та ін.

На думку Шиманської В. О., особливої охорони потребують весняні ранньоквітучі рослини, які є одночасно лікарськими й декоративними і їх зривають у великій кількості для продажу. До них належать підсніжник білосніжний (*Galanthus nivalis* L.), шафран Гейфелів (*Crocus heuffelianus* Herb.), вовчі ягоди пахучі (*Daphne cneorum* L.), чемерник червонуватий (*Helleborus purpurascens* Waldst. et Kit.), первоцвіт весняний (*Primula veris* L.), рябчик шаховий (*Fritillaria meleagris* L.), сон широколистий (*Pulsatilla latifolia* Rupr.) та ін.

Шиманська В. О. разом з Бригінцем М. Л., Кіт С. М. та Кравчук П. О. досліджували також лікарські рослини, що використовують в отоларингології [16].

Шиманська В. О. опублікувала самостійно і в співавторстві понад 150 наукових і науково-методичних робіт, у тому числі понад 50 статей у наукових фахових та інших виданнях, 75 матеріалів і тез доповідей на наукових зібраннях різного рівня, 20 науково-популярних статей [2].

Найголовнішими рисами вченої були відданість науці, ентузіазм, невичерпна енергія, працелюбність, доброзичливість, оптимізм, високий професіоналізм, прагнення нового, сумлінне виконання своїх службових обов'язків, унікальна самоорганізованість, доброзичливе ставлення до людей та природи. Валентина Омелянівна була завжди відкрита для обговорення наукових проблем, уміла вислухати своїх колег і приділяла їм увагу незалежно від їхнього рангу та позиції, з глибокою повагою ставилася до студентів. Вона була талановитою викладачкою, яка щедро ділилася зі здобувачами своїми глибокими теоретичними знаннями та знаннями флори Західного регіону України, а також доброзичливою і толерантною Людиною. На високому науково-методичному рівні читала лекції та цікаво проводила лабораторні заняття з систематики рослин, вчила студентів визначати видовий склад рослин та описувати різні типи фітоценозів у природі на заняттях з навчальної практики, її любили та поважали. Порядність, працелюбність, уважне ставлення до людей, прагнення робити добро заслуговують найвищої оцінки і є прикладом наслідування новими поколіннями студентів та молодих науковців.

Окрім педагогічного процесу та науково-дослідної роботи, Шиманська В. О. активно займалася громадською діяльністю: її обирали членом вченої ради факультету, головою Тернопільського відділення Українського ботанічного товариства, членом Тернопільського обласного товариства охорони природи, куратором академічних груп.

Валентина Омелянівна Шиманська була знаною флористкою і систематиком рослин Подільського краю, знавцем лікарських рослин народної медицини, мудрою організаторкою ботанічних досліджень. Пам'ять про Валентину Омелянівну Шиманську назавжди залишиться у серцях колег, учнів, наукової спільноти ботаніків України, тих, хто її знав, шанував і любив. Її життєвий шлях і вагомий доробок буде прикладом для прийдешніх поколінь науковців і педагогів.

1. Грембецька В. Ботаніка в Кременці: люди, навчання, дослідження. *Волинські Афіни 1805–1833* : зб. наук. праць, Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту ім. Тараса Шевченка; за ред. С. Маковського, В. Собчука. Тернопіль : Богдан, 2006. С. 173–186.
2. Ковшар Ф. В., Кіт С. М., Кульчицька Л. Г., Шиманська В. О. Серцеві засоби рослинного походження з народної медицини та їх фармакологічне дослідження. *VI з'їзд Українського товариства фізіологів рослин* : тези доп. Київ, 1961. С. 41–46.
3. 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. С. 75–76.
4. Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С. В. О. Шиманська – відомий вчений-ботанік Подільського краю. *Подільські читання* : матер. Всеукр. наук. конф. (Кременець, 12–13 жовт. 2017 р.). Кременець : ВЦ КОГ ім. Тараса Шевченка, 2017. С. 17–18.
5. Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С. В. О. Шиманська – відомий дослідник лікарських рослин Західної України. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2023*: матер. Міжнар. наук.-практ. конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження відомої вченої-ботаніка к.б.н., доц. Валентини Омелянівни Шиманської (11–13 трав. 2023 р.). Тернопіль : Вектор, 2023. С. 24–27.
6. Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С. Шиманська В. О. – відомий вчений ботанік: систематик рослин, ресурсознавець лікарських рослин, фітосозолог і педагог (до 95-річчя від дня народження). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія*. 2018, № 3–4 (74). С. 119–127.
7. Пида С. В., Барна М. М., Барна Л. С., Москалюк Н. В., Яворівський Р. Л. Валентина Омелянівна Шиманська – відома українська вчена-ботанік та педагог. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2023*: матер. Міжнар. наук.-практ. конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження відомої вченої-ботаніка к.б.н., доц. Валентини Омелянівни Шиманської (11–13 трав. 2023 р.). Тернопіль : Вектор, 2023. С. 16–21.
8. Шиманська В. О. Застосування деяких рослин для лікування зубу і «раку» в народній медицині. *Наукові записки Кременецького педагогічного інституту*. 1962. Т. 6. С. 55–59.
9. Шиманська В. О. Застосування дикоростучих рослин західних областей УРСР для лікування гіпертонії. *Проблеми патології серцево-судинної системи* : тези доп. наук. конф. Івано-Франківськ, 1964. С. 256–258.
10. Шиманська В. О. Кровоспинні та стимулюючі кровотворення рослини в народній медицині північно-західних областей УРСР : тези доп. звітно-наук. конф. кафедр ін-ту. Кременець, 1965. С. 129–131.
11. Шиманська В. О. Лікарські рослини народної медицини Волині : тези доп. звітно-наук. конф. кафедр ін-ту. Кременець, 1958. Вип. II. С. 29–31.
12. Шиманська В. О. Лікарські рослини народної медицини Львівського економічного району. *Щорічник Українського ботанічного Товариства*. 1960. № 2. С. 66–68.
13. Шиманська В. О. Лікарські рослини народної медицини у лікуванні шлунково-кишкових захворювань : тези доп. звітно-наук. конф. кафедр ін-ту. Кременець, 1965. С. 126–128.
14. Шиманська В. О. Рослини народної медицини для лікування серцевих захворювань : матер. III з'їзду Українського ботанічного товариства. Київ, 1965. С. 302–303.
15. Шиманська В. О., Бригінець М. Л. Рослини народної медицини в лікуванні злоякісних пухлин. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. 1975. С. 99–104.
16. Шиманська В. О., Бригінець М. Л., Кіт С. М., Кравчук П. О. Лікарські рослини в отоларингології. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. 1976. С. 235–236.
17. Шиманська В. О., Зелінка С. В. Рідкісні види лікарських рослин Поділля та їх охорона. *Досягнення ботанічної науки на Україні 1974-1975 рр.* 1975. С. 229–235.
18. Шиманська В. О., Кіт С. М., Бригінець М. Л. Про вплив витяжок з рослин на серцево-судинну систему. *Досягнення ботанічної науки на Україні*. 1975. С. 101–105.

References

1. Hrembetska V. Botanika v Kremetsi: liudy, navchannia, doslidzhennia. *Volynski Afiny 1805–1833* : zb. nauk. prats, Kremenetskoho oblasnoho humanitarno-pedahohichnoho instytutu im. Tarasa Shevchenka; za red. S. Makovskoho, V. Sobchuka. Ternopil : Bohdan, 2006. S. 173–186. [in Ukrainian]
2. Kovshar F. V., Kit S. M., Kulchytska L. H., Shymanska V. O. Sertsevi zasoby roslynnoho pokhodzhennia z narodnoi medytsyny ta ikh farmakolohichne doslidzhennia. *VI zizd Ukrainkoho tovarystva fiziologiv roslyn* : tezy dop. Kyiv, 1961. S. 41–46. [in Ukrainian]
3. Narysy istorii khimiko-biologichnoho fakultetu Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka (1940–2010) : naukovy-publitsychny vydannia / M. M. Barna, V. Z. Kurant, L. S. Barna [ta in.]; za red. M. M. Barny. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2010. S. 75–76. [in Ukrainian]
4. Pyda S. V., Barna M. M., Barna L. S. V. O. Shymanska – vidomyi vchenyi-botanik Podilskoho kraiu. *Podilski chytannia* : mater. Vseukr. nauk. konf. (Kremenets, 12–13 zhovt. 2017 r.). Kremenets : VTs KOH im. Tarasa Shevchenka, 2017. S. 17–18. [in Ukrainian]
5. Pyda S. V., Barna M. M., Barna L. S. V. O. Shymanska – vidomyi doslidnyk likarskykh roslyn Zakhidnoi Ukrainy. *Ternopilski biolohichni chytannia – Ternopil Bioscience – 2023*: mater. Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii, prysviachenoj 100-richchiu vid dnia narodzhennia vidomoi vchenoi-botanika k.b.n., dots. Valentyny Omelianivny Shymanskoj (11–13 trav. 2023 r.). Ternopil : Vektor, 2023. S. 24–27. [in Ukrainian]
6. Pyda C. B., Bapna M. M., Bapna L. C. Shymancka V. O. – vidomyi vchenyi botanik: cyctematyk poclyn, pecupcoznavets likapckyykh poclyn, fitocozoloh i pedahoh (do 95-richchia vid dnia narodzhennia). *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Biolohiia*. 2018, No 3–4 (74). S. 119–127. [in Ukrainian]
7. Pyda S. V., Barna M. M., Barna L. S., Moskaliuk N. V., Yavorivskiy R. L. Valentyna Omelianivna Shymanska – vidoma ukrainska vchena-botanik ta pedahoh. *Ternopilski biolohichni chytannia – Ternopil Bioscience – 2023*: mater. Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii, prysviachenoj 100-richchiu vid dnia narodzhennia vidomoi vchenoi-botanika k.b.n., dots. Valentyny Omelianivny Shymanskoj (11–13 trav. 2023 r.). Ternopil : Vektor, 2023. S. 16–21. [in Ukrainian]
8. Shymanska V. O. Zastosuvannia deiakykh roslyn dlia likuvannia zobu i «raku» v narodnii medytsyni. *Naukovi zapysky Kremenetskoho pedahohichnoho instytutu*. 1962. T. 6. S. 55–59. [in Ukrainian]
9. Shymanska V. O. Zastosuvannia dykorostuchykh roslyn zakhidnykh oblasteri URSS dlia likuvannia hipertonii. *Problemy patolohii sertsevo-sudynnoi systemy* : tezy dop. nauk. konf. Ivano-Frankivsk, 1964. S. 256–258. [in Ukrainian]
10. Shymanska V. O. Krovospynni ta stymuliuuchi krovotvorennia roslyny v narodnii medytsyni pivnichno-zakhidnykh oblasteri URSS : tezy dop. zvitno-nauk. konf. kafedr in-tu. Kremenets, 1965. S. 129–131. [in Ukrainian]
11. Shymanska V. O. Likarski roslyny narodnoi medytsyny Volyni : tezy dop. zvitno-nauk. konf. kafedr in-tu. Kremenets, 1958. Vyp. II. S. 29–31. [in Ukrainian]
12. Shymanska V. O. Likarski roslyny narodnoi medytsyny Lvivskoho ekonomichnoho raionu. *Shchorichnyk Ukrainkoho botanichnoho Tovarystva*. 1960. No 2. S. 66–68. [in Ukrainian]
13. Shymanska V. O. Likarski roslyny narodnoi medytsyny u likuvanni shlunkovo-kyshkovykh zakhvoriuvan: tezy dop. zvitno-nauk. konf. kafedr in-tu. Kremenets, 1965. S. 126–128. [in Ukrainian]
14. Shymanska V. O. Roslyny narodnoi medytsyny dlia likuvannia sertsevykh zakhvoriuvan : mater. III zizdu Ukrainkoho botanichnoho tovarystva. Kyiv, 1965. S. 302–303. [in Ukrainian]
15. Shymanska V. O., Bryhinets M. L. Roslyny narodnoi medytsyny v likuvanni zloiakisnykh pukhlyn. *Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini*. 1975. S. 99–104. [in Ukrainian]
16. Shymanska V. O., Bryhinets M. L., Kit S. M., Kravchuk P. O. Likarski roslyny v otolarynholohii. *Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini*. 1976. S. 235–236. [in Ukrainian]
17. Shymanska V. O., Zelinka S. V. Ridkisini vydy likarskykh roslyn Podillia ta ikh okhrona. *Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini 1974-1975 rr.* 1975. S. 229–235. [in Ukrainian]
18. Shymanska V. O., Kit S. M., Bryhinets M. L. Pro vplyv vytyazhok z roslyn na sertsevo-sudynnu systemu. *Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini*. 1975. S. 101–105. [in Ukrainian]

S. V. Pyda, L. S. Barna, N. V. Moskalyuk, R. L. Yavorivskyi, O. B. Matsiuk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

V. O. SHYMANSKA – RENOWNED UKRAINIAN BOTANIST AND EXPERT IN MEDICINAL PLANTS

On September 10, 2023, the scientific community celebrated the 100th anniversary of the birth of the talented Ukrainian botanist, renowned plant systematist, florist, and resource expert on medicinal plants of the Podillia region. Valentyna Omelianivna Shymanska was a smart organizer of botanical research, educator, candidate of biological sciences, associate professor, and head of the Botany Department at Kremenets State Pedagogical Institute (1967–1969) and Ternopil State Pedagogical Institute (1969–1977 and 1981–1988).

The scientist researched medicinal plants used in folk medicine for treating malignant tumors, goiter, cardiovascular diseases, and gastrointestinal tract disorders. These plants, which are applied in otolaryngology, require protection. The plant raw material is characterized by hemostatic and blood-forming properties.

V. O. Shymanska was a talented educator who shared her profound theoretical knowledge with her students. She was a kind and tolerant person. She enriched science with works of paramount importance, independently and in collaboration, publishing over 150 scientific and scientific-methodical works. This includes more than 50 articles in journals and other publications, 75 materials and abstracts of reports at scientific conferences of various levels, and 20 popular science articles.

Key words: V. O. Shymanska, botanist, educator, medicinal plants.

Надійшла 14.11.2023.



**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**

Підписано до друку 21.12.2023. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів – 17,0. Обліково-видавничих аркушів – 12,6. Замовлення № 28
Наклад 300 прим.

Віддруковано у видавничому центрі «Вектор»
46018, м. Тернопіль, вул. Львівська, 12. Тел.: (0352) 40-18-12

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

Signed for printing 21.12.2023. Format 60 x 84/18. Printing paper.
Number of conventional printing sheets – 17.0. Number of accounted and published pages – 12.6. Order № 28.
Edition 300 copies. Published in the publishing centre “Vector”
46018, Ternopil, st. Lvivska, 12. Phone: (0352) 40-18-12

Certificate of enlisting the subject of publishing in the State Register of publishers,
manufactures and distributors of publishing products
Series TP № 46 from 07 March 2013
Name and surname Osadtsa Yu. V.