

57  
H34

ISSN 2078-2357

# **Наукові Записки**

Тернопільського національного  
педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка

**Серія: біологія**



**82 (4)**  
**2022**



# Наукові записки

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

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



**82 (4)  
2022**

Бібліотека Тернопільського  
національного педагогічного  
університету ім. В. Гнатюка



**886485**

*Друкується за рішенням вченої ради  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка  
від 27.12.2022 р. (протокол № 5)*

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

Коректори: О. С. Вербовета  
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](mailto:journal@chem-bio.com.ua)  
<http://journals.chem-bio.com.ua>

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

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

## ЗМІСТ

### БОТАНІКА

І. В. ЗУБЦОВА

ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *CENTAURIUM ERYTHRAEA* RAFN.  
В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «СЕЙМСЬКИЙ»..... 6

С. Д. КРИКЛИВА, Л. В. КРЕМЕНСЬКА, О. А. ШЕВЧУК, О. О. ТКАЧУК,  
О. О. ХОДАНЦЬКА, О. А. МАТВІЙЧУК, С. В. ПОЛИВАНИЙ, І. О. СТЕПАНЕНКО,  
А. С. ПОЛИВАНА

ФЛОРИСТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ ПОБЛИЗУ  
СЕЛА САБАРІВ НА ВІННИЧЧИНІ..... 13

А. М. ЛІСНІЧУК, Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, Н. Й. СОЗАНСЬКА

ВНЕСОК КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ В РОЗВИТОК  
БОТАНІЧНОЇ НАУКИ ..... 20

### ЕКОЛОГІЯ

Т. В. АНДРУСИШИН, В. В. ГРУБІНКО, О. М. ЯРЕМА

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ВЕГЕТАТИВНОЇ ЧАСТИНИ РУДЕРАЛЬНИХ  
РОСЛИН У ЗВ'ЯЗКУ З УМОВАМИ ЗРОСТАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ..... 29

В. О. ХОМЕНЧУК, А. І. ГЕРЦ, О. Б. КОНОНЧУК, Н. В. ГЕРЦ  
ВИКОРИСТАННЯ БЮЧАРУ І МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО  
(*MISCANTHUS GIGANTEUS*) ДЛЯ РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТУ,  
ЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ ..... 36

Г. В. ЧВАЛЮК, В. В. ГРУБІНКО, Г. Б. ГУМЕНЮК, О. Б. МАЦЮК

«ЯК ВІЙНА ЗНИЩУЄ ЕКОЛОГІЮ УКРАЇНИ»..... 49

### ІХТІОЛОГІЯ

М. Б. ХАЛТУРИН, П. Г. ШЕВЧЕНКО, В. В. СОНДАК, А. А. КЛИМКОВЕЦЬКИЙ  
МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНА (*TINCA TINCA* L) СУМСЬКОЇ  
ТА ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ..... 65

### ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

О. В. ГУЛЬКА, Н. М. ГРАБИК, І. Я. ГРУБАР

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ  
ОРГАНІЗМУ СТУДЕНТОК ПЕРШОГО РОКУ НАВЧАННЯ ІЗ РІЗНИМ  
ТИПОМ ГЕМОДИНАМІКИ ..... 70

### ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

М. І. ПАРУБОК, І. Б. ЛЕОНТЮК, Л. В. РОЗБОРСЬКА

СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ  
*ADONIS VERNALIS* L. .... 77

### ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

М. М. БАРНА, Н. М. ДРОБИК, В. В. ГРУБІНКО, Л. С. БАРНА

ПАМ'ЯТІ ВІДОМОГО УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО-ЕКОЛОГА,  
ЗАСЛУЖЕНОГО ЛІСІВНИКА УКРАЇНИ, ПРОФЕСОРА, АКАДЕМІКА  
ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ ПАРПАНА ВАСИЛЯ ІВАНОВИЧА  
(06.01.1945 – 19.12.2022) ..... 84

# БОТАНІКА

УДК 574.3:633.88

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.1

І. В. ЗУБЦОВА

Сумський національний аграрний університет  
вул. Герасима Кондратьєва, 160, Суми, 40021  
e-mail: i\_zubtsova@ukr.net

## **ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ *CENTAURIUM ERYTHRAEA* RAFN. В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «СЕЙМСЬКИЙ»**

Представлено результати дослідження віталітетної структури шести популяцій *Centaureum erythraea* Rafn. із різних місцезростань на території регіонального ландшафтного парку «Сеймський». Використано комплекс методів статистично-математичного опрацювання даних.

За результатами кореляційного та факторного аналізів виділено ключові морфопараметри, які детермінують віталітет особин *C. erythraea*: фітомасу вегетативних органів ( $W_{veg}$ ), висоту ( $H$ ) та площу одного листка ( $a$ ). Ці параметри не належать до однієї кореляційної плеяди, характеризуються доволі високим рівнем варіювання даних та міжпопуляційною статистично достовірно зміною величин. Підтверджено значну вагу цих параметрів у структурі факторних навантажень.

За результатами віталітетного аналізу виділено чотири популяції із угруповань *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*–*Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*+*Ranunculus acris*, *Trifolium repens*–*Daucus carota*–*Achillea submillefolium* та *Trifolium repens*–*Tanacetum vulgare*, які можуть бути потенційними локалітетами регламентованої заготівлі лікарської сировини. Усі ці популяції належать до процвітаючих за типом віталітету (з індексом якості  $Q$  від 0,3333 до 0,4667).

*Ключові слова:* *Centaureum erythraea* Rafn., лікарські рослини, популяція, морфометричний аналіз, віталітетна структура, регіональний ландшафтний парк «Сеймський».

Теоретичні основи й алгоритм віталітетного аналізу були сформульовані Ю. А. Злобіним [4(b)]. Віталітетний аналіз має на меті оцінку життєздатності особин рослин на основі морфогенетичних ознак із подальшим встановленням співвідношення в популяції кількості особин різної життєздатності. В основі віталітетного аналізу лежить ідея про те, що продукційний процес, ріст і морфологічна структура особини, виявлені в кількісних параметрах, дають узагальнену оцінку її життєвого стану.

Віталітетна структура популяції є її важливою характеристикою [5]. В останні десятиріччя віталітетний аналіз все ширше застосовується в популяційних дослідженнях і виявляється високо інформативним щодо стану популяцій рослин [7, 8, 10, 13]. Згідно з дослідженнями Г. Г. Жилиєва та Й. В. Царика [2] здатність до модифікації онтогенезу виступає як найважливіший механізм забезпечення стійкості популяцій. За рахунок цієї модифікації морфологічної структури особин рослин змінюються їх віталітетні стани, що робить аналіз віталітетної структури популяцій найціннішим інструментом для індикації їхнього статусу в різних угрупованнях. Особливої уваги та детального вивчення при цьому потребують лікарські

рослини, популяції яких зазнають суттєвого антропогенного впливу. Одним із таких видів є *Centaureum erythraea* Rafn., який поширений майже по усій території України, частіше в Карпатах та західних районах. Ростає на свіжих та вологих заплавах луках, де виступає в ролі асекатора з проєктивним покриттям до 5 %, на лісових галявинах, узліссях і навіть степових схилах. Належить до групи видів, сировинні запаси яких прогнозувати складно, оскільки зростає здебільшого нерівномірно: невеликими ущільненнями, розсіяно або поодинокі. Ресурси золототисячника в Україні знаходяться на межі виснаження. Дослідження показують, що за останні десятиріччя природні запаси сировини зменшилися більше, ніж у 10 разів. Суворо лімітована заготівля сировини допустима в Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Тернопільській, Хмельницькій, Волинській, Рівненській, Житомирській, Сумській, Київській, Полтавській, Черкаській, Вінницькій та Харківській областях [9].

Виходячи із вище зазначеного, мета роботи полягала в аналізі віталітетної структури популяцій *C. erythraea*, що входять до складу різних рослинних угруповань регіонального ландшафтного парку «Сеймський», для індикації їхнього статусу.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження здійснювали протягом 2020–2022 рр. на території регіонального ландшафтного парку «Сеймський». Аналізом було охоплено шість популяцій *C. erythraea*, які зростають на заплавах луках р. Сейм у межах Конотопського району Сумської області у складі таких асоціацій та рослинних угруповань (табл. 1).

Таблиця 1

Асоціації та угруповання, у складі яких зростають популяції *C. erythraea*

№ популяції	Асоціація/Угруповання
<b>Асоціація</b>	
1	<i>Trifolietum (pratensis) elytrigiosum (repentis)</i>
<b>Угруповання</b>	
2	<i>Trifolium pratense</i> + <i>Achillea submillefolium</i>
3	<i>Trifolium pratense</i> + <i>Achillea submillefolium</i> – <i>Plantago lanceolata</i>
4	<i>Trifolium pratense</i> + <i>Achillea submillefolium</i> + <i>Ranunculus acris</i>
5	<i>Trifolium repens</i> – <i>Daucus carota</i> – <i>Achillea submillefolium</i>
6	<i>Trifolium repens</i> – <i>Tanacetum vulgare</i>

У кожному із цих фітоценозів за загальновизнаною методикою було виконано геоботанічні описи [1]. Віталітетну структуру популяцій вивчали за методикою Ю. А. Злобіна [3 (а), 6, 12]. Для вимірювання морфометричних параметрів випадковим способом відбиралось 30–50 неушкоджених рослин генеративного онтогенетичного стану. У них визначали 15 статичних метричних та 7 статичних алометричних параметрів (табл. 2).

Таблиця 2

Перелік статичних метричних та алометричних морфопараметрів, які були використані для оцінки стану рослин *C. erythraea*

Назва морфопараметра	Умовні позначення	Одиниця виміру
<b>Статичні метричні морфопараметри</b>		
Загальна маса рослини	W	г
Фітомаса надземних органів	Wab	г
Фітомаса підземних органів	W und	г
Загальна маса вегетативних органів	Wveg	г
Загальна фітомаса листків	WL	г
Фітомаса стебла	Wst	г
Фітомаса одного листка	WL1	г
Загальна площа поверхні листків	A	см <sup>2</sup>
Площа одного листка	a	см <sup>2</sup>

## БОТАНІКА

<i>Продовження таблиці 2</i>		
Загальна кількість листків	NL	шт.
Висота рослини	H	см
Діаметр стебла	D	см
Загальна маса генеративних органів	Wgen	г
Маса одного генеративного органу	Wgen1	г
Загальна кількість генеративних органів	Ngen	шт.
<b>Статичні алометричні морфопараметри</b>		
Площа листків на одиницю фітомаси	LAR = A / W	см <sup>2</sup> /г
Фотосинтетичне зусилля	LWR = WL / W	г/г
Відносний приріст	HWR = H / W	см/г
Відношення загальної площі листків до діаметра стебла	ADR=A / D	см <sup>2</sup> /мм
Співвідношення між висотою рослини та діаметром стебла	HDR = H / D	см/см
Репродуктивне зусилля	RE1=(Wgen / W)×100	%
	RE2=(Wgen / A)×100	%

*Примітка:* умовні позначення та розрахункові формули подані за Ю. А. Злобіним [3(a)], R. Hunt [13].

З числа морфометричних ознак обирали показники, які є об'єктивним кількісним відображенням рівня віталітету рослин. Відповідно до вимог класичного віталітетного аналізу, цей вибір супроводжувався виконанням наступного алгоритму дій: 1) вибір із числа морфопараметрів тих, що мають найвищий рівень варіювання; 2) застосування до цих показників факторного аналізу; 3) оцінка рівня кореляційних взаємозв'язків між усіма розмірними показниками та виокремленням кореляційних плеяд; 4) порівняння результатів факторного та кореляційного аналізів; 5) інтерпретація отриманих даних із врахуванням біологічних та екологічних правил і закономірностей. На фінальному етапі розрахунків віталітетного аналізу на основі ключових морфопараметрів відбувалося оцінювання частки рослин різних рівнів віталітету (найнижчого (класу «с»), проміжного (класу «b») та найвищого (класу «a»)) і визначали величину індексу якості Q:

$$Q = 1/2 (a+b),$$

де **a** – частка рослин найвищого рівня віталітету (у частках одиниці),

**b** – частка рослин проміжного рівня віталітету (у частках одиниці).

У підсумку встановлювали належність популяції до одного з якісних типів:

а) депресивного ( $Q < 0,16667$ ),

б) врівноваженого ( $Q$  від 0,16667 до 0,3333),

с) процвітаючого ( $Q > 0,3333$ ).

Класичні підходи віталітетного аналізу доповнювалися аналізом віталітетної мінливості та віталітетної пластичності [12]. З метою кількісної та якісної оцінки прояву віталітетної пластичності був розрахований індекс віталітетної динаміки (IVD) [11]:

$$IVD = (Q_n - Q_p) / 0,166,$$

де **Q<sub>n</sub>** – значення індексу якості популяції на наступному ступені градієнта,

**Q<sub>p</sub>** – значення індексу якості популяції на попередньому ступені градієнта,

**0,166** – величина індексу якості, на рівні якої відбувається перехід популяцій з одного якісного типу в наступний.

Загалом значення індексу віталітетної динаміки (IVD) знаходяться у діапазоні величин від -3,012 до +3,012. При IVD = 0 у популяціях зміни величини індексу якості Q за ступенями градієнта відсутні. При IVD (за модулем) меншим за 1 – зміни є незначними. При IVD (за модулем) у межах від 1 до 2 – зміни суттєві. При IVD (за модулем) більшим за 2 – зміни значні. При значеннях IVD з мінусом відбувається погіршення стану популяції, з плюсом – поліпшення [11].

Статистичну обробку даних, а саме кореляційний та факторний аналізи, виконано за допомогою програмного забезпечення Statistica 13,0. Критичний рівень значимості при перевірці статистичних гіпотез у дослідженні приймався рівним 0,05.

**Результати досліджень та їх обговорення**

Результати факторного (табл. 3) та кореляційного аналізу (рисунок) дозволили віднести до морфопараметрів, які детермінують віталітет рослин *C. erythraea*, такі: фітомасу вегетативних органів (W veg), висоту (H) та площу одного листка (a). Ці морфометричні параметри не належать до однієї кореляційної плеяди, вирізняються досить високими показниками варіювання та міжпопуляційною статистично достовірною зміною величин. Застосування факторного аналізу (табл. 3) показало, що кожний із цих параметрів має найбільшу вагу в структурі факторних навантажень та статистично достовірно відрізняється в межах досліджених вибірок популяцій.

Таблиця 3

Факторні навантаження для морфопараметрів рослин *C. erythraea*

Умовні позначення морфопараметрів	Факторні навантаження	
	фактор 1	фактор 2
W	0,925159*	0,282245
W veg	0,960840*	-0,019510
WL	0,904964*	-0,118453
W st	0,832617*	0,192996
WL1	0,751307*	-0,050145
A	0,541305	-0,096780
B	-0,032360	0,077873
NL	0,836980*	-0,201634
a	0,739598*	0,104459
H	0,752093*	0,329940
D	0,678725	0,395759
W gen	0,377827	0,869970*
W gen1	0,338718	0,614431
N gen	0,192102	0,673928
LAR	0,446479	-0,358604
LWR	0,725276*	-0,442299
HWR	-0,719958*	-0,056661
ADR	0,695140	-0,318370
HDR	-0,470258	-0,249554
RE1	-0,459098	0,807817*
RE2	-0,622324	0,610443

Примітка: \* позначено факторні навантаження, що є статистично достовірними.

Виявлені нами відмінності у розмірі, габітусі, ступені та характері морфоінтегрованості рослин *C. erythraea*, на наш погляд, є результатом прояву специфічного комплексу ключових морфопараметрів, що детермінують віталітет, тобто рівень життєвості. Ці розмірні показники здебільшого належать до статичних метричних і, насамперед, до тих, що відображують вагові характеристики рослин (загальна фітомаса, маса надземної частини, маса вегетативних органів). Серед ключових морфопараметрів також широко представлені ті, що надають інформацію про асиміляційний апарат (загальна площа листків, їхня маса або кількість, площа одного листка), про генеративну сферу (загальна кількість генеративних органів або їхня маса) (табл. 3). Загалом, показники, що відображують ті чи інші ознаки генеративної сфери, вирізняються досить високою константністю, що об'єктивно засвідчує важливу роль генеративних органів у відображенні віталітету *C. erythraea*.



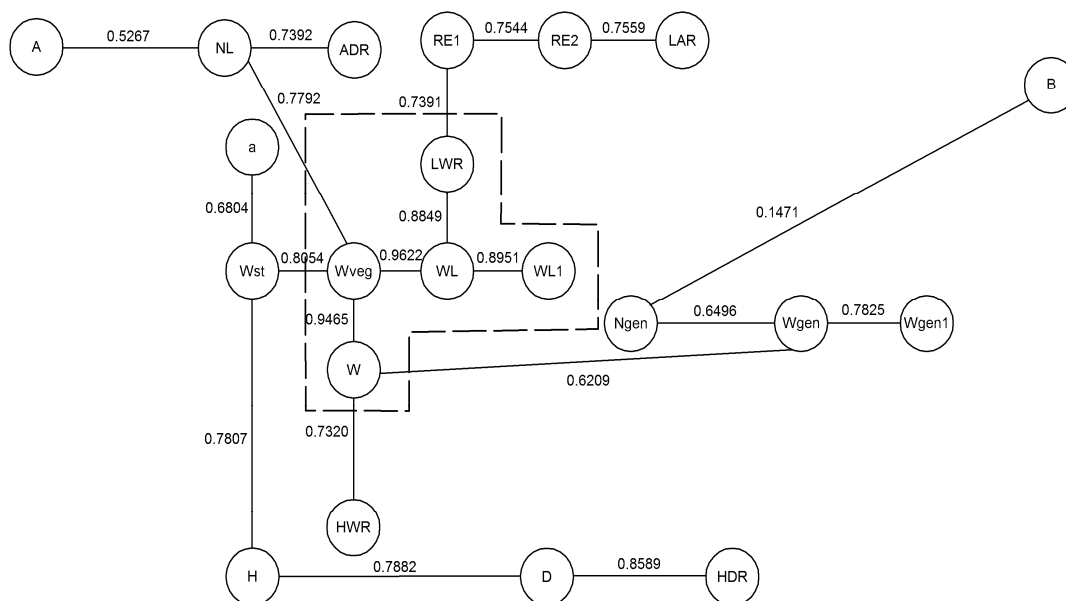


Рис. Кореляційні дендрити та плеяди рослин *C. erythraea*

Застосування віталітетного аналізу показало, що серед досліджених популяцій *C. erythraea* дві належать до категорії депресивних та чотири – до процвітаючих. Значення індексу якості Q у них варіюють від 0,0 до 0,4667. Популяції *C. erythraea*, які формуються в угрупованнях із домінуванням *Trifolium repens* L., мають вищі показники індексу якості Q, порівняно із угрупованнями, де домінує *Trifolium pratense* L.: 0,4000–0,4667 проти 0,0–0,4000 (табл. 4). При цьому популяція, зростає в асоціації із співдомінуванням *Elytrigia repens* (L.) Gould, характеризується найнижчим рівнем життєвості та значеннями індексу якості на рівні мінімально можливих показників.

Аналіз зміни значень індексу віталітетної динаміки (IVD) за досліджуваними фітоценозами засвідчив, що перехід за популяціями може супроводжуватися як позитивною (у трьох випадках), так і від’ємною (у двох випадках) зміною величин (табл. 5). Значення індексу віталітетної динаміки (IVD) репрезентують дві його категорії: незначних (за модулем менших за 1) у чотирьох випадках та суттєвих (від 1 до 2) в одному випадку. Перехід від однієї популяції до іншої в окремих випадках супроводжується зміною якісного типу популяції (від депресивних до процвітаючих).

Таблиця 4

Віталітетна структура та якісні типи популяцій *C. erythraea*

№ популяції	Асоціація/Угруповання	Частка рослин різних класів віталітету			Значення індексу якості Q	Якісний тип популяції
		a	b	c		
Асоціація						
1	<i>Trifolietum (pratensis) elytrigosum (repentis)</i>	0,0	0,0	1,0000	0,0000	депресивна
Угруповання						
2	<i>Trifolium pratense</i> + <i>Achillea submillefolium</i>	0,2667	0,0	0,7333	0,1334	депресивна
3	<i>Trifolium pratense</i> + <i>Achillea submillefolium</i> – <i>Plantago lanceolata</i>	0,5333	0,2667	0,2000	0,4000	процвітаюча
4	<i>Trifolium pratense</i> + <i>Achillea submillefolium</i> + <i>Ranunculus acris</i>	0,2667	0,4000	0,3333	0,3333	процвітаюча
5	<i>Trifolium repens</i> – <i>Daucus carota</i> – <i>Achillea submillefolium</i>	0,8000	0,1333	0,0667	0,4667	процвітаюча
6	<i>Trifolium repens</i> – <i>Tanacetum vulgare</i>	0,6000	0,2000	0,2000	0,4000	процвітаюча

Значення індексу віталітетної динаміки (IVD) та зміна якісного типу популяцій *C. erythraea* за досліджуваними угрупованнями та градієнтом вологості ґрунту

Перехід за популяціями <sup>1</sup>				
П1→П2	П2→П3	П3→П4	П4→П5	П5→П6
0,8036	1,6060	-0,4018	0,8036	-0,4018
Д-Д	Д→П	П-П	П-П	П-П

*Примітка:* нумерація популяцій відповідає наведеній у таблиці 1.

Зареєстровані відмінності у віталітетних характеристиках є свідченням та відображенням реалізації популяціями досліджуваних видів лікарських рослин різноманітних віталітетних тактик як складових комплексу механізмів, засобів адаптації до умов конкретних місцезростань.

Отримані результати дозволяють розглядати лише чотири популяції із угруповань *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*–*Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*+*Ranunculus acris*, *Trifolium repens*–*Daucus carota*–*Achillea submillefolium* та *Trifolium repens*–*Tanacetum vulgare* з індексом якості Q від 0,3333 до 0,4667 як потенційні осередки регламентованої заготівлі лікарської сировини.

Дані щодо віталітетної структури є одними із визначальних для розробки тактики та стратегії раціонального, невиснажливого використання ресурсів лікарських рослин.

### Висновки

Отже, пристосування рослин та популяцій *C. erythraea* до умов місцезростань супроводжується їхньою диференціацією за рівнем життєвості та, у підсумку, активним проявом віталітетної пластичності та мінливості. Застосування кореляційного та факторного аналізів дозволило виділити ключові морфопараметри, які детермінують віталітет особин *C. erythraea*: фітомасу вегетативних органів (W veg), висоту (H) та площу одного листка (a). Ці параметри не належать до однієї кореляційної плеяди, характеризуються доволі високим рівнем варіювання даних та міжпопуляційною статистично достовірною зміною величин.

Встановлено, що популяції *C. erythraea* загалом вирізняються досить широким розмахом варіювання значень індексу Q, який відповідає діапазону 0,0–0,47. За ознаками віталітетної структури популяції *C. erythraea* виявлено популяції лише двох типів: депресивних і процвітаючих.

За результатами віталітетного аналізу виділено чотири популяції із угруповань *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*–*Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*+*Ranunculus acris*, *Trifolium repens*–*Daucus carota*–*Achillea submillefolium* та *Trifolium repens*–*Tanacetum vulgare*, які можуть бути потенційними осередками регламентованої заготівлі лікарської сировини.

1. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. М., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.
2. Жиляев Г. Г., Царик И. В. Структура популяцій травянистых растений в растительных сообществах Карпат. *Ботанический журнал*. 1989. № 74 (1). С. 88–95.
3. Злобин Ю. А. (а). Принципы и методы изучения ценопопуляций растений. Казань. 1989. 146 с.
4. Злобин Ю. А. (б) Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений. *Ботанический журнал*. 1989. № 74 (6). С. 769–781.
5. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы : Университетская книга. 2009. 263 с.
6. Злобин Ю. А. Алгоритм оцінки віталітету особин рослин і віталітетної структури фітопопуляцій. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2018. № 14 (3). С. 213–226. doi: 10.14255/2308-9628/18.143/2
7. Зубцова І. В., Скляр В. Г., Мельничук С. Д., Бондарева Л. М. Віталітетна структура ценопопуляцій *Melilotus officinalis* (L.) Pall. в умовах заплавної лук Кролевецько-Глухівського геоботанічного району. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2019. № 1–2 (35–36). С. 10–15.

8. Коваленко І. М. Віталітетна структура популяції вегетативнорухомих рослин в лісових екосистемах. *Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки»*. 2016. № 1. С. 51–58.
9. Лікарські рослини України. URL: <https://plants.land.kiev.ua/75.html>. (дата звернення: 30.11.2022).
10. Марценюк І. М. Віталітетна характеристика ценопопуляцій видів роду *Allium* L. на території Миколаївської області. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2009. № 5 (2). С. 219–223.
11. Скляр В. Г. Динаміка віталітетних параметрів лісоутворювальних видів Новгород-Сіверського Полісся: теоретичні засади та способи оцінки. *Український ботанічний журнал*. 2013. Т. 70, № 5. С. 624–629.
12. Скляр В. Г., Злобін Ю. А. Внутрішньопопуляційна структура та методика її вивчення у деревних лісоутворюючих видів. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. № 9 (3). С. 316–329.
13. Шерстюк М. Ю. Аналіз віталітетної структури ценопопуляцій *Chimaphila Umbellata* (L.) W. Barton у лісових фітоценозах Новгород-Сіверського Полісся. *ScienceRise. Biological science*. 2017. № 1. С. 40–45.
14. Hunt R. Plant growth analysis. Edward Arnold, London, 1978. 37 s.

## References

1. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. M., Karpenko V. P. Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i hruntiv. Kyiv : Nichlava, 2003. 320 s. [in Ukrainian]
2. Zhilyaev G. G., Tsarik I. V. Struktura populyatsiy travyanistykh rasteniy v rastitelnykh soobshchestvakh Karpat. *Botanicheskii zhurnal*. 1989. № 74 (1). S. 88–95. [in Russian]
3. Zlobin Iu. A. (a). Printsipy i metody izucheniia tsenopopulyatsiy rasteniy. Kazan. 1989. 146 s. [in Russian]
4. Zlobin Yu. A. (b) Teoriya i praktika otsenki vitalitetnogo sostava tsenopopulyatsiy rasteniy. *Botanicheskii zhurnal*. 1989. № 74 (6). S. 769–781. [in Russian]
5. Zlobin Yu. A. Populyatsionnaya ekologiya rasteniy: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta. Sumy : Universitetskaya kniga. 2009. 263 s. [in Russian]
6. Zlobin Yu. A. Alhorytm otsinky vitalitetu osobyn roslyn i vitalitetnoi struktury fitopopulyatsii. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*. 2018. №14 (3). S. 213–226. [in Ukrainian]
7. Zubtsova I. V., Skliar V. H., Melnychuk C. D., Bondarieva L. M. Vitalitetna struktura tsenopopulyatsii *Melilotus officinalis* (L.) Pall. v umovakh zaplavnykh luk Krolevetsko-Hlukhivskoho heobotanichnogo raionu. *Visnyk Sumskoho NAU. Serii «Ahronomiia i biolohiia»*. 2019. № 1–2 (35–36). С.10–15. [in Ukrainian]
8. Kovalenko I. M. Vitalitetna struktura populyatsii vehetatyvnorukhomykh roslyn v lisovykh ekosystemakh. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii «Biolohichni nauky»*. 2016. № 1. S. 51–58. [in Ukrainian]
9. Likarski roslyny Ukrainy. URL: <https://plants.land.kiev.ua/75.html>. (data zvernennia: 30.11.2022). [in Ukrainian]
10. Martseniuk I. M. Vitalitetna kharakterystyka tsenopopulyatsii vydiv rodu *Allium* L. na terytorii Mykolaivskoi oblasti. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*. 2009. № 5 (2). S. 219–223. [in Ukrainian]
11. Skliar V. H. Dynamika vitalitetnykh parametrov lisoutvoriuvalnykh vydiv Novhorod-Siverskoho Polissia: teoretychni zasady ta sposoby otsinky. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 2013. Т. 70, № 5. S. 624–629. [in Ukrainian]
12. Skliar V. H., Zlobin Yu. A. Vnutrishnypopulyatsiina struktura ta metodyka yii vyvchennia u derevnykh lisoutvoriuvaiuchykh vydiv. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*. 2013. № 9 (3). S. 316–329. [in Ukrainian]
13. Sherstiuk M. Yu. Analiz vitalitetnoi struktury tsenopopulyatsii *Chimaphila Umbellata* (L.) W. Barton u lisovykh fitosenozakh Novhorod-Siverskoho Polissia. *ScienceRise. Biological science*. 2017. № 1. S. 40–45. [in Ukrainian]
14. Hunt R. Plant growth analysis. Edward Arnold, London, 1978. 37 s.

I. V. Zubtsova

Sumy National Agrarian University, Ukraine

## VITALITY STRUCTURE POPULATION OF *CENTAURIUM ERYTHRAEA* RAFN. IN CONDITIONS OF REGIONAL LANDSCAPE PARK «SEIMSKYI»

Population studies cover many areas in order to assess the state of populations. Vitality analysis is one of the most promising and widely recognized. It is aimed at assessing the viability of plant individuals based on morphogenetic characteristics, followed by establishing the ratio in the population of the number of individuals of different viability. Vitality analysis is based on the idea that the processes of production and growth, and morphological structure of an individual, revealed in quantitative parameters, give a generalized assessment of its vital state. The aim of the work was to conduct a

population vitality analysis of six populations of *Centaureum erythraea* Rafn. different habitats in the conditions of the regional landscape park «Seimskyi». A set of statistical and mathematical data processing methods was used.

Based on the results of correlation and factor analyses, key morphoparameters were selected to determine the vitality of *C. erythraea* individuals: phytomass of vegetative organs (W veg), height (H) and area of one leaf (*a*). These parameters do not belong to the same correlation galaxy, they are distinguished by fairly high variation values and statistically significant changes in values within the studied populations. They are also characterized by the largest and statistically reliable factor load.

In general, indicators reflecting certain signs of the generative sphere are distinguished by a fairly high constancy, which objectively proves the important role of generative organs in reflecting the vitality of *C. erythraea*.

Based on the results of the vitality analysis, four populations from the groups *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*–*Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*+*Ranunculus acris*, *Trifolium repens*–*Daucus carota*–*Achillea submillefolium* and *Trifolium repens*–*Tanacetum vulgare*, which belong to the prosperous type of vitality (with a quality index Q from 0.3333 to 0.4667). According to the signs of the vitality structure of the *C. erythraea* population, only two types of populations were found: depressed and prosperous.

The registered differences in vitality characteristics are evidence and reflection of the implementation of various vitality tactics by the populations of the studied species of medicinal plants as components of a complex of mechanisms, means of adaptation to the conditions of specific habitats.

Data on the vitality structure serve as the determining factor in the development of tactics and strategies for the rational, tireless use of medicinal plant resources.

*Key words:* *Centaureum erythraea* Rafn., medicinal plants, population, morphometric analysis, vital structure, regional landscape park "Seimskyi".

Надійшла 08.12.2022.

УДК 633.35:631.811.98

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.2

<sup>1</sup>С. Д. КРИКЛИВА, <sup>1</sup>Л. В. КРЕМЕНСЬКА, <sup>2</sup>О. А. ШЕВЧУК, <sup>2</sup>О. О. ТКАЧУК,  
<sup>2</sup>О. О. ХОДАНІЦЬКА, <sup>2</sup>О. А. МАТВІЙЧУК, <sup>2</sup>С. В. ПОЛИВАНИЙ,  
<sup>2</sup>І. О. СТЕПАНЕНКО, <sup>3</sup>А. С. ПОЛИВАНА

<sup>1</sup>Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова  
вул. Пирогова, 56, Вінниця, 21018

<sup>2</sup>Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського  
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100

<sup>3</sup>Вінницький фаховий коледж будівництва, архітектури та дизайну Київського національного університету будівництва і архітектури  
вул. Коцюбинського, 53, Вінниця, 21100  
e-mail: stepan.polivaniy@ukr.net

## **ФЛОРИСТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ ПОБЛИЗУ СЕЛА САБАРІВ НА ВІННИЧЧИНІ**

Урбаністичний фактор впливає не лише на видовий склад популяцій, але й на їх абсолютні кількісні показники. Метою досліджень було проведення флористичної характеристики лучного угруповання рекреаційної зони, структурний аналіз видового складу фітоценозу, виявлення місць зростають рідкісних і лікарських рослин та аналіз тенденцій розвитку даного фітоценозу.

population vitality analysis of six populations of *Centaureum erythraea* Rafn. different habitats in the conditions of the regional landscape park «Seimskyi». A set of statistical and mathematical data processing methods was used.

Based on the results of correlation and factor analyses, key morphoparameters were selected to determine the vitality of *C. erythraea* individuals: phytomass of vegetative organs (W veg), height (H) and area of one leaf (*a*). These parameters do not belong to the same correlation galaxy, they are distinguished by fairly high variation values and statistically significant changes in values within the studied populations. They are also characterized by the largest and statistically reliable factor load.

In general, indicators reflecting certain signs of the generative sphere are distinguished by a fairly high constancy, which objectively proves the important role of generative organs in reflecting the vitality of *C. erythraea*.

Based on the results of the vitality analysis, four populations from the groups *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*–*Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*+*Achillea submillefolium*+*Ranunculus acris*, *Trifolium repens*–*Daucus carota*–*Achillea submillefolium* and *Trifolium repens*–*Tanacetum vulgare*, which belong to the prosperous type of vitality (with a quality index Q from 0.3333 to 0.4667). According to the signs of the vitality structure of the *C. erythraea* population, only two types of populations were found: depressed and prosperous.

The registered differences in vitality characteristics are evidence and reflection of the implementation of various vitality tactics by the populations of the studied species of medicinal plants as components of a complex of mechanisms, means of adaptation to the conditions of specific habitats.

Data on the vitality structure serve as the determining factor in the development of tactics and strategies for the rational, tireless use of medicinal plant resources.

*Key words:* *Centaureum erythraea* Rafn., medicinal plants, population, morphometric analysis, vital structure, regional landscape park "Seimskyi".

Надійшла 08.12.2022.

УДК 633.35:631.811.98

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.2

<sup>1</sup>С. Д. КРИКЛИВА, <sup>1</sup>Л. В. КРЕМЕНСЬКА, <sup>2</sup>О. А. ШЕВЧУК, <sup>2</sup>О. О. ТКАЧУК,  
<sup>2</sup>О. О. ХОДАНІЦЬКА, <sup>2</sup>О. А. МАТВІЙЧУК, <sup>2</sup>С. В. ПОЛИВАНИЙ,  
<sup>2</sup>І. О. СТЕПАНЕНКО, <sup>3</sup>А. С. ПОЛИВАНА

<sup>1</sup>Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова  
вул. Пирогова, 56, Вінниця, 21018

<sup>2</sup>Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського  
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100

<sup>3</sup>Вінницький фаховий коледж будівництва, архітектури та дизайну Київського національного університету будівництва і архітектури  
вул. Коцюбинського, 53, Вінниця, 21100  
e-mail: stepan.polivaniy@ukr.net

## **ФЛОРИСТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ ПОБЛИЗУ СЕЛА САБАРІВ НА ВІННИЧЧИНІ**

Урбаністичний фактор впливає не лише на видовий склад популяцій, але й на їх абсолютні кількісні показники. Метою досліджень було проведення флористичної характеристики лучного угруповання рекреаційної зони, структурний аналіз видового складу фітоценозу, виявлення місць зростають рідкісних і лікарських рослин та аналіз тенденцій розвитку даного фітоценозу.

Вивчення флористичного складу рекреаційної зони поблизу села Сабарів на Вінниччині проводилося експедиційно-маршрутним методом, а також із використанням прямих та опосередкованих методів. Систематична належність видів визначалася за допомогою визначника, а їх рясність – за шкалою Гульта-Друде (із доповненням А. А. Уранова та П. Д. Ярошенко).

У статті вперше представлено аналіз видового складу рослин рекреаційної зони поблизу села Сабарів на Вінниччині. Встановлено 3 типи асоціацій: лучні схилі, лучні низинні та прибережні.

Під час флористичних досліджень упродовж 2012–2020 років проведено систематичний аналіз видового складу: виявлено 39 видів рослин у складі лучних схиліх асоціацій, що належать до 16 родин, 37 видів – на низинних луках, що належать до 17 родин, 25 – у прибережній зоні, що належать до 19 родин. Обчислено рясність рослин, встановлено участь кожного виду у фітоценозі, а також виявлено лікарські та рідкісні рослини, зокрема *Pulsatilla grandis* Wend., місце зростання якого в останні роки не підтвердилось.

Описано тенденції у розвитку фітоценозу в зв'язку з посиленням антропогенного впливу. Зокрема, виявлено зменшення участі *Campanula persicifolia* L., *Dianthus deltoides* L. в лучних схиліх угрупованнях, *Alisma plantago-aquatica* L. – у прибережній зоні.

Посилення антропогенного навантаження на зазначену територію спричиняє виснаження видового складу природної флори, тому необхідно систематично моніторити місця зростання рідкісних та лікарських видів рослин, а також інформувати населення про необхідність дбайливого ставлення до природних ресурсів у цілому та ознайомлювати із впливом людини на довкілля.

*Ключові слова:* фітоценоз, рясність, лікарські рослини, рідкісні рослини.

Село Сабарів розташоване на південній околиці міста Вінниці, належить до області Подільського Побужжя. Територія є типовим фрагментом Подільського плато з виробленою долиною річки Південний Буг [6]. Рекреаційна зона, розташована в долині річки, є надзвичайно мальовничим місцем та приваблює все більше відпочивальників. Відповідно зростає антропогенне навантаження на природні угруповання.

У низці робіт згадується флористичний склад та особливості структури лучних фітоценозів Вінниччини [3–5, 8–10, 12].

Метою наших досліджень було проведення флористичної характеристики лучного угруповання рекреаційної зони, структурний аналіз видового складу фітоценозу, виявлення місць зростань рідкісних і лікарських рослин та аналіз тенденцій розвитку даного фітоценозу.

### **Матеріали і методи досліджень**

Матеріалом для наших досліджень слугували свіжі та гербаризовані зразки рослин, зібрані під час експедицій та проходження навчально-польових практик із курсу «Фармацевтична ботаніка» студентами Вінницького національного медичного університету імені Миколи Пирогова та курсу «Ботаніка» студентами Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського протягом 2012–2020 років. Дослідження флори проводили загальноприйнятим методом маршрутного флористичного обстеження, застосовуючи прямі та опосередковані методи [11]. Здійснювали відбір зразків, які були камерально опрацьовані в лабораторіях кафедр університетів. Ідентифікацію фітобіотичного складу та визначення систематичної структури здійснювали за «Визначником рослин України» [2] та узгоджували із сучасним номенклатурним списком судинних рослин України [13], що відповідає Міжнародному Кодексу ботанічної номенклатури. Крім того, нами було проведено таксономічний аналіз фітобіоти. Рясність рослин обраховували за загальноприйнятою шкалою Гульта-Друде (з доповненням А. А. Уранова та П. Д. Ярошенко) [1], де Sol – поодинокі рослини (до 5 % проективного покриття), Sp – рідко (5–25 % проективного покриття), Sor<sub>1</sub> – рослини досить рясні (25–50 % проективного покриття), Sor<sub>2</sub> – рослини рясні (50–75 % проективного покриття), Sor<sub>3</sub> – (більше 75 % проективного покриття).

## Результати досліджень та їх обговорення

Обстеження території рекреації і околиць дозволило виділити три підтипи лучного фітоценозу: схилі луки, низинні луки та власне прибережну зону, що безпосередньо межує з водоймою.

Схилі луки утворились при тривалому виробленні річкою Південний Буг свого русла та в даній місцевості включають подекуди відслонення гранітних відкладів. Вони мають недостатнє або помірне зволоження і живляться стічними водами. Рослинність переважно мезоксерофітна, на скелястих відслоненнях подекуди трапляються сукуленти (табл. 1).

Таблиця 1

## Фітоструктура лучних схиліх асоціацій

Назва родини	Вид	Рясність
<i>Campanulaceae</i>	<i>Campanula persicifolia</i> L.	Sol
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Dianthus deltoides</i> L.	Sp
	<i>Stellaria graminea</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium pratense</i> L.	Cop <sub>3</sub>
	<i>Trifolium aureum</i> Poll.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Trifolium repens</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Lotus arvensis</i> Pers.	Sp
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sp
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Veronica officinalis</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Sol
<i>Boraginaceae</i>	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.	Sol
	<i>Echium vulgare</i> L.	Sp
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum acre</i> L.	Sp
<i>Poaceae</i>	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Festuca sulcata</i> (Hakr.) Nym. auct.fl. Ucr.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Poa pratensis</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Phleum pratense</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Agropyron pectiniforme</i> Roem. end Schult.	Sp
<i>Rosaceae</i>	<i>Fragaria vesca</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium verum</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Violaceae</i>	<i>Viola canina</i> L.	Sol
	<i>Viola arvensis</i> Murr.	Sp
<i>Lamiaceae</i>	<i>Origanum vulgare</i> L.	Sp
	<i>Glechoma hederacea</i> L.	Sol
	<i>Thymus serpyllum</i> L.	Sp
	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Sol
	<i>Betonica officinalis</i> L.	Sp
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Pulsatilla grandis</i> Wend.	Sol
	<i>Ranunculus acris</i> L.	Sol
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Sp
<i>Asteraceae</i>	<i>Hieracium piloselloides</i> Vill.	Sol
	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	Sp
	<i>Echinops ritro</i> L.	Sp
	<i>Cicorium inthybus</i> L.	Sp
	<i>Taraxacum officinale</i> Web. ex Wigg.	Sp
	<i>Tussilago farfara</i> L.	Sp
<i>Hypericaceae</i>	<i>Achillea submillefolium</i> Klok. et Krytzka	Sp
	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Sol

У результаті систематичних досліджень схиліх лук виявлено 39 видів вищих рослин із 16 родин, з них 1 – з родини *Campanulaceae*, 2 – *Caryophyllaceae*, 4 – *Fabaceae*, 1 – *Plantaginaceae*, 3 – *Scrophulariaceae*, 2 – *Boraginaceae*, 1 – *Crassulaceae*, 5 – *Poaceae*, 1 – *Rosaceae*, 1 – *Rubiaceae*, 2 – *Violaceae*, 5 – *Lamiaceae*, 2 – *Ranunculaceae*, 1 – *Brassicaceae*, 1 –

## БОТАНІКА

*Convolvulaceae*, 7 – *Asteraceae*, 1 – *Hypericaceae*. Основу трав'яного покриву лучних асоціацій складають бобово-злакові трави, зокрема, визначено 3 домінуючі види родини *Fabaceae*: *Trifolium pratense* L., *T. aureum* Poll., *T. repens* L. та 3 види родини *Poaceae*, які мають найбільшу рясність: *Dactylis glomerata* L., *Festuca sulcata* (Hakr.) Nym. auct.fl. Ucr., *Poa pratensis* L. Родина *Asteraceae* представлена найбільшим різноманіттям – 7 видів, які мають незначну участь в асоціаціях. На кам'янистих схилах зростають *Echium vulgare* L. та *Sedum acre* L., а на горбах – *Origanum vulgare* L. та *Thymus serpyllum* L., причому рясність останніх із роками зменшується. На межі зникнення в угрупованні є *Campanula persicifolia* L. та *Dianthus deltoides* L. На ранніх етапах досліджень траплявся ефемероїд *Pulsatilla grandis* Wend., занесений до Червоної книги України (категорія II), проте з 2016 року його місцезнаходження не підтверджено. Лікарськими видами рослин у цьому угрупованні є *Plantago lanceolata* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L., *Cicorium inthybus* L., *Tussilago farfara* L., *Taraxacum officinale* Web. ex Wigg., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Hypericum perforatum* L.

Низинні луки сформувалися на основі алювіальних відкладів у результаті руслової діяльності річки Південний Буг і мають більш родючі та зволожені ґрунти. Рослинність мезофітного типу (табл. 2).

Таблиця 2

Фітоструктура асоціацій низинних лук

Назва родини	Вид	Рясність
<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex confertus</i> Willd.	Sol
	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Sp
<i>Asteraceae</i>	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Sol
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Cop <sub>2</sub>
	<i>Achillea submillefolium</i> Klok. et Krytzka	Cop <sub>1</sub>
	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Sol
	<i>Cichorium inthybus</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Sol
<i>Rosaceae</i>	<i>Potentilla anserina</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Potentilla argentea</i> L.	Sol
<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium repens</i> L.	Cop <sub>3</sub>
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Cop <sub>2</sub>
	<i>Trifolium aureum</i> Poll.	Cop <sub>2</sub>
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Cop <sub>2</sub>
	<i>Melilotus officinalis</i> L. (Pall.)	Cop <sub>1</sub>
<i>Brassicaceae</i>	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Sp
	<i>Rorippa austriaca</i> (Crantz) Bess.	Sp
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Sp
	<i>Lepidium ruderales</i> L.	Sol
	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Sol
	<i>Berteroa incana</i> (L.) DC	Sol
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago major</i> L.	Sol
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sp
<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica dioica</i> L.	Sp
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Sp
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium aparine</i> L.	Sp
<i>Primulaceae</i>	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	Sp
<i>Apiaceae</i>	<i>Conium maculatum</i> L.	Sol
<i>Poaceae</i>	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Sp
	<i>Agropyron pectiniforme</i> Roem. end Schult.	Sp
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Sp
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Ranunculus acris</i> L.	Cop <sub>1</sub>



## БОТАНІКА

Продовження таблиці 2		
<i>Malvaceae</i>	<i>Althaea officinalis</i> L.	Sol
<i>Lamiaceae</i>	<i>Mentha aquatica</i> L.	Sp
	<i>Leunurus cardiaca</i> L.	Sol
<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum arvense</i> L.	Cop <sub>1</sub>

Систематичні дослідження низинних лук виявили 37 видів вищих судинних рослин та 1 вид спорових, що належать до 17 родин, з них 3 види з родини *Polygonaceae*, 6 – *Asteraceae*, 1 – *Scrophulariaceae*, 2 – *Rosaceae*, 5 – *Fabaceae*, 6 – *Brassicaceae*, 2 – *Plantaginaceae*, 1 – *Urticaceae*, 1 – *Convolvulaceae*, 1 – *Rubiaceae*, 1 – *Primulaceae*, 1 – *Apiaceae*, 3 – *Poaceae*, 1 – *Ranunculaceae*, 1 – *Malvaceae*, 2 – *Lamiaceae*, 1 – *Equisetaceae*.

Основу трав'яного покриву складають види родини *Fabaceae*: *Trifolium pratense* L., *T. aureum* Poll., *T. repens* L., *Lotus corniculatus* L. та *Erigeron canadensis* з родини *Asteraceae*. У достатній кількості поширені *Polygonum aviculare* L., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Matricaria discoidea* DC, *Melilotus officinalis* L. (Pall.), *Ranunculus acris* L., *Equisetum arvense* L. Серед лікарських рослин спостерігаються масиви *Polygonum aviculare* L., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Cichorium inthybus* L., значно рідше трапляються *Polygonum hydropiper* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Plantago lanceolata* L., *Urtica dioica* L., *Mentha aquatica* L. та *Equisetum arvense* L. Наявність останнього свідчить про закислення ґрунтів. Присутні поодинокі або невеликі групи екземплярів *Rumex confertus* Willd., *Artemisia absinthium* L., *Plantago major* L., *Althaea officinalis* L., *Leunurus cardiaca* L.

Прибережна зона характеризується підвищеним режимом зволоження та переважанням рослин-гідрофітів (табл. 3). 25 видів рослин, виявлених у прибережній зоні, належать до 19 родин, з них 3 види з родин *Poaceae*, *Cyperaceae*, по 2 види з родин *Typhaceae*, *Polygonaceae*, 1 видом представлені родини *Brassicaceae*, *Boraginaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Equisetaceae*, *Alismataceae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Asteraceae*, *Araceae*, *Butomaceae*, *Juncaceae*, *Convolvulaceae*, *Lamiaceae*.

Таблиця 3

### Фітоструктура прибережної зони

Назва родини	Вид	Рячість
<i>Brassicaceae</i>	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	Sol
<i>Boraginaceae</i>	<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	Sp
<i>Rosaceae</i>	<i>Geum rivale</i> L.	Sp
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium palustre</i> L.	Sol
<i>Alismataceae</i>	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Sol
<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	Cop <sub>2</sub>
<i>Poaceae</i>	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Cop <sub>2</sub>
	<i>Glyceria arundinacea</i> Kunth	Cop <sub>2</sub>
	<i>Poa palustris</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Stellaria palustris</i> Retz.	Cop <sub>1</sub>
<i>Apiaceae</i>	<i>Archangelica officinalis</i> Hoffm.	Sol
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	Sp
<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	Cop <sub>1</sub>
	<i>Carex vulpina</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Asteraceae</i>	<i>Bidens tripartita</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Araceae</i>	<i>Acorus calamus</i> L.	Cop <sub>2</sub>
<i>Typhaceae</i>	<i>Typha latifolia</i> L.	Sp
	<i>Typha angustifolia</i> L.	Sp
<i>Butomaceae</i>	<i>Butomus umbellatus</i> L.	Sol
<i>Juncaceae</i>	<i>Juncus effusus</i> L.	Sp
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum persicaria</i> L.	Sp
	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Sp
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	Sp
<i>Lamiaceae</i>	<i>Mentha aquatica</i> L.	Cop <sub>1</sub>

Варто зазначити, що в останні роки спостерігається тенденція до зменшення чисельності *Alisma plantago-aquatica* L., *Typha latifolia* L., *Archangelica officinalis* Hoffm. Лікарські рослини прибережної зони представлені *Archangelica officinalis* Hoffm., *Bidens tripartita* L., *Acorus calamus* L., *Polygonum persicaria* L., *P. hydropiper* L.

### Висновки

Аналізуючи природну флору рекреаційної зони поблизу села Сабарів на Вінниччині, ми виділили такі особливості:

1. Домінуюче положення у цій місцевості належить лучній рослинності, хоча можна виділити 3 типи угруповань: лучні схилі асоціації рослин, рослини на низинних заплавах та прибережні рослини, які безпосередньо контактують із водоймою.

2. У складі лучних схилів асоціацій виявлено 39 видів рослин, на низинних заплавах – 37, прибережна рослинність представлена 25 видами. Беззаперечними домінантами є види родин *Fabaceae* та *Poaceae*, хоча в достатній кількості представлені родини *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Lamiaceae*.

3. До 2016 року були відомі знахідки червонокнижного виду *Pulsatilla grandis* Wend. [7], в останні роки не підтверджено. Також спостерігається тенденція до зменшення чисельності популяцій *Campanula persicifolia* L., *Dianthus deltoides* L. У прибережній зоні поступово зменшується чисельність *Alisma plantago-aquatica* L., що, очевидно, пов'язано зі зміною режиму зволоження.

4. До лікарських рослин указаної території, що мають тенденцію до зниження рясності, належать: *Linaria vulgaris* Mill., *Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L., *Hypericum perforatum* L., *Mentha aquatica* L., *Althaea officinalis* L., *Leunurus cardiaca* L., *Archangelica officinalis* Hoffm., *Bidens tripartita* L., *Polygonum persicaria* L., *P. hydropiper* L.

Посилення антропогенного навантаження на досліджувану територію спричиняє виснаження видового складу природної флори, тому необхідно систематично моніторити місця зростання рідкісних та лікарських видів рослин, а також інформувати населення про необхідність дбайливого ставлення до природних ресурсів у цілому та ознайомлювати із впливом людини на довкілля.

1. Абдулоєва О. С., Соломаха В. А. Фітоценологія. Навчальний посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 2011. 226 с.
2. Визначник рослин України: учбовий посібник / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, А. І. Барбарич, Є. М. Брадїс, О. Д. Вісюлін, М. І. Котов та ін.; Редкол.: відп. ред. Д. К. Зеров. вид. друге, виправлене і доповнене. Київ : Урожай, 1965. 875 с.
3. Голунова Л. А., Шевчук О. А. Природа Вінниччини. Рослини. Частина 1. Вінниця : Прат «Вінницька обласна друкарня». 2019. 352 с.
4. Криклива С. Д., Шевчук О. А. Фітосоціологічні особливості Вінницької області. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2008. Вип. 15. С. 48–53.
5. Криклива С. Д., Шевчук О. А., Клімас Л. А., Голунова Л. А. Видовий склад лікарських рослин лучного фітоценозу Немирівського Побужжя. *Вісник Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова*. 2015. 2 (Т. 19). С. 328–330.
6. Середнє Побужжя / ред. Г. І. Денисик. Вінниця : Гіпаніс, 2002. 280 с.
7. Червона книга України / уклад.: О. Ю. Шапоренко, С. О. Шапоренко. 2 ге вид., із змінами. Харків : Торсінг плюс, 2008. 384 с.
8. Шевчук О. А. Флористична характеристика заплавл малих річок Східного Поділля. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2009. Вип. 17. С. 45–49.
9. Шевчук О. А., Голунова Л. А., Ткачук О. О., Криклива С. Д. Флористична характеристика заплавлних лук регіонального ландшафтного парку місцевого значення «Немирівське Побужжя» поблизу с. Гвоздів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2017. Вип. 29, № 3–4. С. 32–37.
10. Шевчук О. А. та ін. Видовий склад ефемероїдів регіонального парку місцевого значення «Немирівське Побужжя» поблизу с. Гвоздів. *ScienceRise. Biological science*. 2020. № 1. С. 39–43.

11. Якубенко Б. Є., Попович С. Ю., Устименко П. М. Геоботаніка: підручник / 2-ге вид. Київ : Ліра-К, 2019. 348 с.
12. Matviichuk O., Shevchuk O., Holunova L., Khodanitska O., Tkachuk O., Polyvanyi S, Vasylynych T. The Efficiency of Small Reserves for the Conservation of Biological Diversity of Typical Landscapes of the Middle Pobuzhya. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022, 23(3). P. 79–86.
13. Mosyakin S. L., Fedorochuk M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev M. G. Kholodny Inst. of Botany NAS of Ukraine. 1999. 346 p.

## References

1. Abduloieva O. S., Solomakha V. A. Fitotsenolohiia. Navchalnyi posibnyk. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2011. 226 s. [in Ukrainian]
2. Vyznachnyk roslin Ukrainy: uchbovyi posibnyk / Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho AN URSSR, A. I. Barbarych, Ie. M. Bradis, O. D. Visiulin, M. I. Kotov ta in.; Redkol.: vidp. red. D. K. Zerov. vyd. druhe, vypravlene i dopovnene. Kyiv : Urozhai, 1965. 875 s. [in Ukrainian]
3. Holunova L. A., Shevchuk O. A. Pryroda Vinnychchynu. Roslyny. Chastyna 1. Vinnytsia : Prat «Vinnytska oblasna drukarnia». 2019. 352 s. [in Ukrainian]
4. Kryklyva S. D., Shevchuk O. A. Fitosozoolohichni osoblyvosti Vinnytskoi oblasti. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Heohrafiia*. 2008. Vyp. 15. S. 48–53. [in Ukrainian]
5. Kryklyva S. D., Shevchuk O. A., Klimas L. A., Holunova L. A. Vydovyi sklad likarskykh roslin luchnoho fitotsenozu Nemyrivskoho Pobuzhzhia. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu im. M. I. Pyrohova*. 2015. 2 (T. 19). S. 328–330. [in Ukrainian]
6. Serednie Pobuzhzhia / red. H. I. Denysyk. Vinnytsia : Hipanis, 2002. 280 s. [in Ukrainian]
7. Chervona knyha Ukrainy / Uporiadnyky O. Yu. Shaporenko, S. O. Shaporenko. 2 he vyd., iz zminamy. Kharkiv : Torsinh plus, 2008. 384 s. [in Ukrainian]
8. Shevchuk O. A. Florystychna kharakterystyka zaplav malykh richok Skhidnoho Podillia. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Heohrafiia*. 2009. Vyp. 17. S. 45–49. [in Ukrainian]
9. Shevchuk O. A., Holunova L. A., Tkachuk O. O., Kryklyva S. D. Florystychna kharakterystyka zaplavnykh luk rehionalnoho landshaftnoho parku mistsevoho znachennia «Nemyrivske Pobuzhzhia» poblyzu s. Hvozdiv. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Heohrafiia*. 2017. Vyp. 29, No 3–4. S. 32–37. [in Ukrainian]
10. Shevchuk O. A. ta in. Vydovyi sklad efemeroidiv rehionalnoho parku mistsevoho znachennia «Nemyrivske Pobuzhzhia» poblyzu s. Hvozdiv. *ScienceRise. Biological science*. 2020. No 1. S. 39–43. [in Ukrainian]
11. Yakubenko B. Ie., Popovych S. Yu., Ustymenko P. M. Heobotanika: pidruchnyk / 2-he vyd. Kyiv : Lira-K, 2019. 348 s. [in Ukrainian]
12. Matviichuk O., Shevchuk O., Holunova L., Khodanitska O., Tkachuk O., Polyvanyi S, Vasylynych T. The Efficiency of Small Reserves for the Conservation of Biological Diversity of Typical Landscapes of the Middle Pobuzhya. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022, 23(3). P. 79–86.
13. Mosyakin S. L., Fedorochuk M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev M. G. Kholodny Inst. of Botany NAS of Ukraine. 1999. 346 p.

<sup>1</sup>S. D. Kryklyva, <sup>1</sup>L. V. Kremenska, <sup>2</sup>O. A. Shevchuk, <sup>2</sup>O. O. Tkachuk, <sup>2</sup>O. O. Khodanitska,

<sup>2</sup>O. A. Matviychuk, <sup>2</sup>S. V. Polyvanyi, <sup>2</sup>I. O. Stepanenko, <sup>3</sup>A. S. Polyvana

<sup>1</sup>National Pirogov Memorial Medical University, Ukraine

<sup>2</sup>Mychailo Kotsubynskyi Vinnitsya State Pedagogical University, Ukraine

<sup>3</sup>Vinnytsia Professional College of Construction, Architecture and Design Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine

## FLORISTIC CHARACTERISTICS OF THE RECREATION AREA NEAR THE VILLAGE OF SABARIV IN THE VINNYTSIA REGION

The urban factor affects not only the species composition of populations but also their absolute quantitative indicators. The purpose of the research was to carry out the floristic analysis of the characteristics of the meadow grouping of the recreation area, the structural analysis of the species composition of the phytocenosis, the identification of growth places of rare and medicinal plants, and the analysis of the development trends of this phytocenosis.

The study of the floristic composition of the recreation area near the village of Sabariv in the Vinnytsia region was carried out by the expedition route method, as well as by using direct and indirect methods. The systematic belonging of plants was determined with the help of a designator. The abundance of species was determined according to the Gult-Drude scale (with the addition of A. A. Uranov and P. D. Yaroshenko).

The article is a unique analysis of the species composition of plants in the recreation area near the village of Sabariv in the Vinnytsia region. 3 types of associations have been established: meadow slope, meadow lowland, and coastal.

During floristic research throughout 2012–2020, a systematic analysis of the species composition was carried out: 39 species of plants belonging to 16 families were found in meadow slope associations, 37 species belonging to 17 families were found in lowland meadows, 25 species of plants belonging to 19 families were found in the coastal zone. The abundance of plants was calculated, and the participation of each species in the phytocenosis was determined. Medicine and rare plants were also discovered, in particular *Pulsatilla grandis* Wend., the place of growth of which has not been confirmed in recent years.

The trends in the development of phytocenosis due to the increase in anthropogenic influence are described. In particular, a decrease in the participation of *Campanula persicifolia* L., *Dianthus deltoides* L. in meadow slope communities, and *Alismaplantago-aquivatica* L. in the coastal zone was revealed.

Increasing anthropogenic load on this territory causes depletion of the species composition of natural flora. Therefore, it is necessary to systematically monitor the places of growth of rare and medicinal plant species, as well as to inform the population about the need for a careful attitude to natural resources in general and to raise awareness of the human impact on the environment.

*Key words: phytocenosis, abundance, medicinal plants, rare plants.*

Надійшла 02.12.2022.

УДК 58.006

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.3

<sup>1</sup>А. М. ЛІСНІЧУК, <sup>2</sup>Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, <sup>3</sup>Н. Й. СОЗАНСЬКА

<sup>1</sup>Кременецький ботанічний сад

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

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

<sup>3</sup>Лабораторія біології та екології «Голицький біостаціонар університету»

вул. Шевченка, 100, с. Гутисько, Тернопільська область, 47529

e-mail: forik-botan@i.ua

## **ВНЕСОК КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ В РОЗВИТОК БОТАНІЧНОЇ НАУКИ**

У статті з'ясовано роль Кременецького ботанічного саду в збереженні та збагаченні рослинного біорізноманіття, проаналізовано сучасний стан та перспективи його розвитку як наукового осередку, де здійснюються дослідження з інтродукції, реінтродукції й акліматизації рослин, ландшафтного дизайну та озеленення, з організації моніторингу довкілля. Розкрито основні напрями наукової роботи установи на сучасному етапі.

Структурний науковий підрозділ установи складається з таких шести відділів: акліматизації плодкових та ягідних культур; дендрології; квітничково-декоративних рослин; лікарських рослин та нових культур; репродуктивної біології та впровадження; фітосозології. Основні напрямки досліджень: інтродукція рослин із метою збагачення рослинних ресурсів України; збереження генофонду та біорізноманіття видів в умовах *ex situ*, охорона рослинного

The study of the floristic composition of the recreation area near the village of Sabariv in the Vinnytsia region was carried out by the expedition route method, as well as by using direct and indirect methods. The systematic belonging of plants was determined with the help of a designator. The abundance of species was determined according to the Gult-Drude scale (with the addition of A. A. Uranov and P. D. Yaroshenko).

The article is a unique analysis of the species composition of plants in the recreation area near the village of Sabariv in the Vinnytsia region. 3 types of associations have been established: meadow slope, meadow lowland, and coastal.

During floristic research throughout 2012–2020, a systematic analysis of the species composition was carried out: 39 species of plants belonging to 16 families were found in meadow slope associations, 37 species belonging to 17 families were found in lowland meadows, 25 species of plants belonging to 19 families were found in the coastal zone. The abundance of plants was calculated, and the participation of each species in the phytocenosis was determined. Medicine and rare plants were also discovered, in particular *Pulsatilla grandis* Wend., the place of growth of which has not been confirmed in recent years.

The trends in the development of phytocenosis due to the increase in anthropogenic influence are described. In particular, a decrease in the participation of *Campanula persicifolia* L., *Dianthus deltoides* L. in meadow slope communities, and *Alismaplantago-aquivatica* L. in the coastal zone was revealed.

Increasing anthropogenic load on this territory causes depletion of the species composition of natural flora. Therefore, it is necessary to systematically monitor the places of growth of rare and medicinal plant species, as well as to inform the population about the need for a careful attitude to natural resources in general and to raise awareness of the human impact on the environment.

*Key words: phytocenosis, abundance, medicinal plants, rare plants.*

Надійшла 02.12.2022.

УДК 58.006

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.3

<sup>1</sup>А. М. ЛІСНІЧУК, <sup>2</sup>Р. Л. ЯВОРІВСЬКИЙ, <sup>3</sup>Н. Й. СОЗАНСЬКА

<sup>1</sup>Кременецький ботанічний сад

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

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

<sup>3</sup>Лабораторія біології та екології «Голицький біостаціонар університету»

вул. Шевченка, 100, с. Гутисько, Тернопільська область, 47529

e-mail: forik-botan@i.ua

## **ВНЕСОК КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ В РОЗВИТОК БОТАНІЧНОЇ НАУКИ**

У статті з'ясовано роль Кременецького ботанічного саду в збереженні та збагаченні рослинного біорізноманіття, проаналізовано сучасний стан та перспективи його розвитку як наукового осередку, де здійснюються дослідження з інтродукції, реінтродукції й акліматизації рослин, ландшафтного дизайну та озеленення, з організації моніторингу довкілля. Розкрито основні напрями наукової роботи установи на сучасному етапі.

Структурний науковий підрозділ установи складається з таких шести відділів: акліматизації плодкових та ягідних культур; дендрології; квітничково-декоративних рослин; лікарських рослин та нових культур; репродуктивної біології та впровадження; фітосозології. Основні напрямки досліджень: інтродукція рослин із метою збагачення рослинних ресурсів України; збереження генофонду та біорізноманіття видів в умовах *ex situ*, охорона рослинного

світу та моніторинг його стану, розмноження, вирощування, впровадження інтродукованих та аборигенних декоративних рослин із метою поновлення колекцій та озеленення територій. Колекційний фонд ботанічного саду нараховує більше 2000 таксонів, серед них: види, занесені до Червоних книг України, регіонально рідкісні, ендеміки Кременецьких гір та інших регіонів світу. У колекціях та експозиціях широко представлені види природної флори, дендрофлори, ягідних і плодових культур, лікарських, кормових, овочевих, пряно-ароматичних, квітничково-декоративних рослин. Детальне дослідження розвитку цих груп рослин дозволяє визначити їхні індивідуальні особливості, розробити агротехніку, відібрати найбільш перспективні за комплексом ознак види, використати отриману інформацію при створенні композицій рослин.

У Кременецькому ботанічному саду також активно проводяться дослідження з вивчення та конструювання популяцій рослин десінентної групи й здійснюється моніторинг та контроль за спонтанним розселенням інвазійних видів.

Сучасний Кременецький ботанічний сад є об'єктом природно-заповідного фонду загальнодержавного значення, активно бере участь у природоохоронній діяльності регіону та функціонує як науково-дослідна та навчально-освітня установа. Тут здійснюються різнопланові наукові дослідження, створюються умови, сприятливі для відпочинку, та ведеться культурно-просвітницька робота.

*Ключові слова: Кременецький ботанічний сад, інтродукція, реінтродукція, акліматизація, колекційний фонд, рослинна експозиція.*

Кременецький ботанічний сад бере свій початок з аптечного саду, організованого при єзуїтському колеґіумі. З 1806 року сад – складова частина Волинської гімназії та важливий пункт інтродукції й акліматизації, а також центр поширення багатьох видів рослин. Результати наукових досліджень, започатковані саме в Кременці, стали основою для подальшого розвитку української систематики та флористики [1, 15].

### **Матеріали і методи досліджень**

Для з'ясування започаткування наукових досліджень та їхнього подальшого розвитку використані архівні документи, наукова й краєзнавча література, картографічний матеріал ботанічного саду, а також Проект організації території Кременецького ботанічного саду (2019 р.). Матеріалами роботи стали також результати багаторічних інтродукційних досліджень рослин, висвітлені в звітах науково-дослідної роботи наукових співробітників ботанічного саду.

Об'єкт дослідження – напрями та види наукової діяльності Кременецького ботанічного саду. Мета – з'ясувати витоки та здійснити аналіз сучасних наукових досліджень у ботанічному саду.

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

Історії створення Кременецького ботанічного саду та його функціонуванню в складі Вищої Волинської гімназії присвячено низку наукових праць [1, 5, 18, 27, 28]. Відомості про видове різноманіття рослинних експозицій, структуру, склад колекцій, а також фіторізноманіття території висвітлено в публікаціях співробітників ботанічного саду [3, 8, 9, 10, 13, 17, 21, 22]. Після оприлюднення результатів цих досліджень створено нові й реконструйовано наявні експозиційні ділянки, поповнено колекційні фонди, проведено інтродукційні дослідження окремих видів рослин різних господарських груп та розпочато роботи з реінтродукції рідкісних видів.

Отож, своїм існуванням Кременецький ботанічний сад завдячує таланту та мудрості багатьох видатних особистостей, серед яких Тадеуш Чацький, Франтішек Шейдт, Діонісій Мак-Клер та Віллібальд Бессер. Ботанічний сад є однією із перших наукових установ з інтродукції та акліматизації рослин в Україні. Історичні аспекти розвитку або функціонування ботанічного саду висвітлено в багатьох наукових публікаціях, тому зупинимося на питаннях становлення ботанічного саду як наукової установи після його юридичного відновлення (постанова Кабінету Міністрів України № 37 від 17.03.1990 р.). У 1998 році остаточно визначено межі саду та отримано державний акт на право користування землею. У 2001 році

Кременецький ботанічний сад передано в підпорядкування Міністерству екології та природних ресурсів України (нині – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України), і фактично з цього часу починається нове формування колекційного фонду та започатковано інтродукційні дослідження рослин. У штатний розпис ботанічного саду вводять наукові відділи, формуючи структурний науковий підрозділ установи, який нині складається з шести відділів: 1) акліматизації плодкових та ягідних культур; 2) дендрології; 3) квітниково-декоративних рослин; 4) лікарських рослин та нових культур; 5) репродуктивної біології та впровадження; 6) фітосозології.

Основні напрямки досліджень відділу акліматизації плодкових та ягідних культур – інтродукція плодкових та ягідних рослин із метою збагачення рослинних ресурсів України; збереження біорізноманіття плодкових рослин *ex situ*; впровадження нових та малопоширених видів у культуру. Наукові співробітники вивчають біоекологічні особливості, досліджують процеси росту і розвитку, розмноження та вирощування плодкових і ягідних культур, проводять моніторинг стану насаджень колекцій на виявлення їхнього ураження хворобами чи шкідниками, визначають стійкість інтродуцентів до умов Кременеччини, здійснюють оцінку успішності інтродукції і ступеня акліматизації плодкових культур, встановлюють групу перспективності. Співробітниками відділу виконується науково-дослідна тема «Адаптивний потенціал видів та сортів плодкових культур різних господарських груп при інтродукції їх в едафо-кліматичних умовах Волино-Подільської височини». Постійно спостерігається позитивна динаміка щодо поповнення рослинних колекцій відділу із значним розширенням їхньої сортової різноманітності. Сьогодні в колекції нараховується 79 видів, 237 сортів, 6 форм, 1 гібрид з 21 родини та 31 роду. До її складу входять зерняткові культури (23 види, 94 сорти, 1 форма), кісточкові та ягідні культури (17 видів, 68 сортів та 28 видів, 47 сортів, 2 форми та 1 гібрид відповідно), виткі рослини (6 видів, 7 сортів), горіхоплідні культури (5 видів, 15 сортів, 3 форми). У колекції зростають нетрадиційні для нашого регіону види та сорти родів *Actinidia* Lindl., *Eleagnus* L., *Ziziphus* Mill., *Cydonia* Mill., *Lonicera* L. та ін.

Співробітники відділу дендрології працюють за такими основними напрямками наукових досліджень: збереження, вивчення й відтворення автохтонної дендрофлори; охорона рослинного світу та моніторинг його стану. Вони досліджують деревні рослини з різних ботаніко-географічних зон за умов інтродукції, оцінюють перспективи їх використання для вирощування в умовах західного регіону України. Працюють над виконанням науково-дослідної теми «Наукові основи збереження та відтворення рідкісних лісових угруповань в квазіприродних екосистемах Кременецького ботанічного саду». Співробітники відділу опікуються садом магнолій, колекціями рододендронів, хвойних рослин, декоративних дерев та чагарників, здійснюють їх вивчення і використання з метою збереження біологічного різноманіття рослинного світу, збагачення та відновлення ресурсів флори України шляхом інтродукції і реінтродукції. Колекція дендрофлори ботанічного саду включає 318 видів та 96 культиварів деревних рослин, які належать до 80 родів та об'єднуються у 44 родини. У колекції представлені листопадні та вічнозелені дерева, кущі, напівкущики. Найбільшу різноманітність форм мають види *Thuja occidentalis* L., *Taxus baccata* L., *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray.) Parl., *Syringa vulgaris* L., *Spiraea japonica* Desv. У дендрологічній колекції зростають 16 реліктових видів, які за визначенням є рідкісними і зникаючими видами світової дендрофлори, а 10 видів занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ (2009)».

Пріоритетом діяльності відділу квітниково-декоративних рослин є вивчення інтродукційних можливостей багаторічних, дворічних та однорічних квітниково-декоративних рослин. У колекціях декоративні квітникові культури відкритого ґрунту представлені 355 видами, 70 сортами, 10 формами та 1 гібридом із 65 родин і 159 родів. Закладено колекційно-експозиційні ділянки роду *Hosta* Tratt. (10 видів, 17 сортів) та відділу *Polypodiophyta* (21 вид, 8 форм). У віцетумі культивують 30 видів, 31 сорт, 1 варіацію та 2 форми ліан. Формують колекцію жоржин (29 сортів). Детальне дослідження розвитку колекційних рослин дозволить визначити їх індивідуальні особливості, розробити агротехніку, відібрати найбільш перспективні за комплексом ознак види, використати отриману інформацію при створенні композицій рослин. Співробітники відділу виконують науково-дослідну тему «Комплексне

дослідження малопоширених та нових видів, сортів, форм квітничково-декоративних рослин». Наукові дослідження в межах теми спрямовані на збагачення ресурсів культурних рослин декоративного напрямку, використання шляхом інтродукції, вивчення онтогенезу, феноритмотипів, способів розмноження та культивування декоративних рослин. Поглиблено вивчаються в інтродукційному експерименті декоративні види родів *Allium* L., *Hemerocallis* L., *Dahlia* Cav. Співробітники відділу опікуються клумбами та квітниками, колекційно-експозиційними ділянками «Альпійська гірка», «Сад ліан», «Папоротеподібні рослини», «Хости», «Раритетні гелофіти» та колекціями.

Основними напрямками наукових досліджень відділу лікарських рослин та нових культур є збереження, збагачення, використання генофонду корисних рослин поліфункціонального значення; дослідження з інтродукції, акліматизації, інтенсифікації продукційного процесу рослин. Науково-дослідна тема відділу – «Інтродукційні дослідження нових видів рослин різних господарських груп». Його співробітники досліджують біологічні особливості перспективних корисних інтродуцентів, їхнє відношення до екологічних умов, продуктивність надземної біомаси і насіння, а також розробляють основні елементи технології вирощування досліджуваних рослин. У колекції відділу зростає 128 видів, 24 сорти (34 родини, 88 родів) лікарських рослин. Кормові культури представлені 113 видами, 39 сортами, 20 варіаціями, 4 гібридами (11 родин, 62 роди). Генофонд овочевих інтродуцентів нараховує 46 видів, 20 сортів, 15 варіацій (12 родин, 34 роди), пряно-ароматичних рослин – 70 видів, 8 сортів, 5 варіацій (11 родин, 37 родів).

Відділ репродуктивної біології та впровадження займається вирощуванням та використанням у ландшафтному дизайні садового матеріалу рослин-інтродуцентів, розробкою та реалізацією проєктів із озеленення, реконструкції, створення нових експозиційних ділянок. Основними напрямками наукових досліджень відділу є збереження, розмноження, вирощування, впровадження інтродукованих та аборигенних декоративних рослин із метою поновлення колекцій та декоративного озеленення територій; розроблення методів прискореного розмноження найбільш цінних для декоративного садівництва, сільського господарства та фармації деревних і чагарникових рослин із метою одержання елітного садового матеріалу; інтенсифікація технологій розмноження; вивчення попиту та розширення асортименту рослин, придатних для використання в ландшафтному будівництві й присадибному господарстві в лісостеповій зоні України; впровадження в озеленення рідкісних і зникаючих видів; вирощування за власними технологіями оздоровленого садового матеріалу. Співробітники відділу виконують науково-дослідну тему «Наукові засади створення та функціонування Центру розведення рідкісних та зникаючих видів рослин». Вони опікуються інтродукційно-експериментальними та карантинними ділянками, експозиціями історичної частини ботсаду, декоративним розсадником та колекцією троянд (28 сортів 5 садових груп).

У відділі фітосозології вивчають біологічні основи збереження генофонду трав'яних видів рослин природної флори шляхом їх інтродукції та репатріації (реінтродукції). Основні напрями роботи відділу: збереження генофонду та біорізноманіття видів природної флори в умовах *ex situ*, фітогеографія, популяційна екологія, фітосозологія. Тривають активні дослідження з вивчення рідкісних та зникаючих рослин, які занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ (2009)» та регіонально рідкісних видів Тернопільської області. Розробляються наукові основи конструювання популяцій раритетних видів рослин. Результати таких досліджень дадуть змогу створити повноцінні популяції у фітоценозах ботсаду. Це ще один важливий напрям наукових досліджень, який об'єднує два підходи до охорони рослин *ex situ* та *in situ*, відкриваючи можливості для збереження генофонду вразливих видів регіональної флори. В умовах ботанічного саду моделювання штучних популяцій представників рідкісної автохтонної флори є перспективним. Наявність відповідних екологічних ніш, необхідних умов для життєвих потреб видів, відповідних біологічних зв'язків та еколого-ценотичних умов сприяє проведенню такої роботи. Співробітники відділу працюють над виконанням науково-дослідної теми «Збереження та відтворення рідкісних видів рослин Кременецьких гір в умовах динамічних антропогенних трансформацій». Вони утримують колекції видів рослин природної флори відділу *Magnoliophyta* класів *Magnoliopsida*, *Liliopsida* та їх раритетної фракції.



Колекційний фонд рослин природної флори нараховує 486 видів, 55 родин, 190 родів, 3 класи, 2 відділи, 10 підвидів, 24 сорти, 10 форм, 2 варіації та 7 гібридів. З цієї кількості 128 видів є рідкісними, 77 – червонокнижними, 51 – регіонально рідкісними, а 13 – ендемічними.

У Каталогах рослин Кременецького ботанічного саду [2, 4, 20] відображено підсумки роботи установи з інтродукції рослин, що завершено залученням у культуру перспективних видів рослин з цінними господарськими властивостями. За останніх двадцять років зібрано значні колекційні фонди рослин, які на теперішній час включають більше 2000 видів та внутрішньовидових колекційних одиниць. Загалом раритетна фракція колекційних фондів нараховує 208 видів, серед яких 94 – види, занесені до Червоної книги України, 8 – до списку Бернської конвенції, 6 – до Європейського Червоного списку, 18 – до списку Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES), 22 – до списку Міжнародного союзу охорони природи (МСОП), а 67 видів належать до категорії регіонально рідкісних.

Необхідно також зазначити щорічне коливання усіх цих показників, оскільки колекційний фонд живих рослин є лабільною системою з постійним переформуванням окремих її компонентів.

Одним із пріоритетних напрямків діяльності ботанічних садів України є екологічна просвіта населення з метою формування високого рівня екологічної культури. У цьому аспекті демонстраційні рослинні композиції ботсаду набувають важливого еколого-освітнього значення. Згідно Проекту організації території Кременецького ботанічного саду, під експозиційну зону відводиться найбільша площа (118,32 га), яка формується на основі природних ландшафтів з їх частковою або повною реконструкцією із створенням різних експозицій рослин (одні з них наявні, інші – перебувають у стані формування). Сучасні ботанічні експозиції зосереджені переважно в історичній частині ботанічного саду та вздовж екскурсійних маршрутів. Рослинне різноманіття представлене тут у вигляді експозиційних ділянок, які в поєднанні з природними ландшафтами створюють неповторні ансамблі та є важливою складовою навчального середовища, зразком екологічного виховання. В експозиціях презентовані різні за екоморфою групи рослин, серед яких переважають світлолюбні, холодостійкі рослини, які потребують середнього зволоження та є помірно вибагливими до вмісту в ґрунті поживних речовин.

Також дуже актуальною для сьогодення є проблема поширення інвазійних видів. Глобальні кліматичні зміни й особливо антропогенні фактори сприяють активному розселенню чужинних видів, тому усі прийняті на сьогодні стратегії та плани дій боротьби з інвазійними видами (як глобальні, так і регіональні) передбачають їх усебічне дослідження [16]. Наукові співробітники ботанічного саду беруть участь у дослідженнях адвентивних видів, у першу чергу, на територіях природно-заповідного фонду, створених для охорони зазвичай природних комплексів та об'єктів з метою запобігання їхнього біологічного забруднення. Ними сформульовано основні шляхи мінімізації адвентивної трансформації рослинних угруповань, організовано постійний моніторинг та контроль за спонтанним розселенням таких видів за ділянки культивування на території ботсаду, запропоновано заходи з координації зусиль установ природно-заповідного фонду області щодо проблеми біологічних інвазій [11, 12, 14].

Кременецький ботанічний сад не стоїть осторонь від вирішення проблем збереження рослин *in situ*. Так, у попередні роки проводилися роботи з вивчення та дослідження сучасного стану рослинного покриву Кременецьких гір, інших регіонів України, виявлення рідкісних фітоценозів і місць зростання червонокнижних, ендемічних та реліктових видів рослин, здійснювався моніторинг їх популяцій [6, 7, 17, 19, 23, 24, 25, 26]. Напрацювання науковців та підготовлені ними обґрунтування стали основою створення і розширення територій природо-заповідного фонду, збереження історико-культурних цінностей, зокрема пам'яток природи.

## Висновки

На сучасному етапі свого розвитку Кременецький ботанічний сад є важливою науково-дослідною природоохоронною установою загальнодержавного значення. Його успішне функціонування відіграє вагомe значення в збереженні генофонду видів місцевої та світової флори і володіє значним науковим потенціалом. Упродовж багаторічної наукової діяльності

колективом ботсаду досягнуто важливих успіхів у галузі прикладних досліджень з інтродукції та акліматизації рослин, збереження і збагачення рослинного різноманіття, ландшафтного дизайну та озеленення. Колекції та експозиції живих рослин Кременецького ботанічного саду мають важливе значення в історії розвитку ботанічної науки на Тернопільщині, відіграють істотну роль у культурній спадщині нашого регіону, використовуються для наукових досліджень, демонстрації та навчальних цілей.

1. Заверуха Б. В., Кузнецов С. И., Черняк В. М. К истории Кременецкого ботанического сада (в связи с его реконструкцией). *Интродукция и акклиматизация растений*. 1987. № 8. С. 6–9.
2. Каталог рослин Кременецького ботанічного саду / Р. С. Іваницький та ін. Кременець, 2015. 160 с.
3. Ковальчук І. О. Таксономічний аналіз колекції відділу квітничково-декоративних рослин Кременецького ботанічного саду. *Интродукция растений*. 2019. № 4 (84). С. 43–50.
4. Кременецький ботанічний сад: каталог рослин / В. Г. Стельмашук та ін. *Природно-заповідні території України. Рослинний світ*. 2007. Вип. 8. 159 с.
5. Кременецький ботанічний сад: словник-довідник / В. М. Черняк та ін. Кременець-Острог : СПД Свиначук, 2016. 160 с.
6. Ліснічук А. М. Стратегія реінтродукції (репатріації) раритетних видів рослин на території Кременецьких гір: постановка проблеми та значення. *Проблеми природоохоронного менеджменту територій з інтенсивним веденням господарства, прийнятих до складу національних природних парків*: матер. II наук.-практ. конф. (Кременець, 3–4 жовт. 2013 р.). Кременець, 2013. С. 71–74.
7. Ліснічук А. М. Сучасні методичні підходи в оцінці стану природних популяцій *Pinus sylvestris* L. в районі Кременецького горбогір'я. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія : Біологічні науки*. 2013. № 50. С. 38–43.
8. Ліснічук А. М. Структурно-динамічне різноманіття колекції рослин Кременецького ботанічного саду. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2017* : матер. всеукр. наук.-практ. конф. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2017. С. 61–65.
9. Ліснічук А. М., Гуцало Н. Б. Структура рослинних експозицій Кременецького ботанічного саду. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2020. № 3–4 (80). С. 20–26.
10. Ліснічук А. М., Мельничук О. А., Кубінська Л. А. Атлас лікарських рослин Кременецького ботанічного саду. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2017. 96 с.; іл.
11. Ліснічук А. М., Онук Л. Л. Трав'янисті адвентивні види рослин Кременецького ботанічного саду. *Природа Поділля: вивчення, проблеми збереження* : матер. наук.-практ. конф. (Гримайлів, 20–21 серп. 2020 р.). Тернопіль, 2020. С. 206–208.
12. Ліснічук А. М., Онук Л. Л., Панасенко Р. С., Мельничук О. А. Ризики інвазій при інтродукції рослин у Кременецькому ботанічному саду. *Відновлення порушених природних екосистем* : матер. V міжнар. наук. конф. (Донецьк, 12–15 трав. 2014 р.). Донецьк, 2014. С. 277–278.
13. Ліснічук А. М., Онук Л. Л. Кременецький ботанічний сад. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2018. 144 с., іл.
14. Ліснічук А. М., Панасенко Р. С., Вериківський Л. А. Інвазійні види деревних рослин на території об'єктів природно-заповідного фонду Тернопільщини. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища* : матер. міжнар. наук. конф. Київ, 2020. С. 277–280.
15. Мельник В. І. Сад Волинських Афін. Ботанічна наука та освіта у Волинській гімназії – Кременецькому ліцеї (1806–1832). Київ : Фітосоціоцентр, 2008. 28 с.
16. Мосякін А. С. Огляд основних гіпотез інвазійності рослин. *Український ботанічний журнал*. 2009, Т. 66, № 4, С. 466–472.
17. Онук Л. Л., Чубата Т. В., Скоропляс І. О. Раритетна компонента флори лісового урочища «Олексюки» Кременецького району. *Проблеми природоохоронного менеджменту територій з інтенсивним веденням господарства, прийнятих до складу національних природних парків* : матер. II наук.-практ. конф. (Кременець, 3–4 жовт. 2013 р.). Кременець, 2013. С. 90–94.
18. Онук Л. Л., Стельмашук В. Г., Цицюра Н. І., Черняк В. М. Кременецький ботанічний сад: минуле, сучасне, майбутнє. *Науковий вісник «Міські сади і парки» : минуле, сучасне і майбутнє* : зб. наук.-техн. праць. 2001. 396 с.
19. Онук Л. Л., Глущенко Л. А. Особливості боліт реліктових форм рельєфу басейну р. Ствиги (Білорусь, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*. 2015. № 1. Т.11. С.12–21.
20. Онук Л. Л., Петрук Ю. В., Чубата Т. В. Кременецький ботанічний сад. Каталог рослин відділу фітосозології. Вінниця : ТОВ "ТВОРИ", 2021. 120 с.

21. Онук Л. Л., Чубата Т. В., Скоропляс І. О. Формування колекційного фонду рослин природної флори в ботанічному саду м. Кременця. *Бессерівські природознавчі студії* : зб. матер. всеукр. наук. конф. (Кременець, 1–3 жовт. 2014 р.). Кременець : ВЦКОГПІ, 2014. С.113–114.
22. Рахметов Д. Б., Мельничук О. А. Колекційний фонд лікарських рослин у Кременецькому ботанічному саду. *Молодий вчений*. 2019. № 11. С. 706–709.
23. Скакальська О. І., Баточенко В. М. Хорологія та особливості зростання *Pinguicula vulgaris* L. у межах території Бродівського району (с. Батьків, Львівська обл.). *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія : Біологічні науки*. 2016. № 7 (332). С. 69–73.
24. Скакальська О. І. Наукова цінність водно-болотного масиву озера Біле. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Серія «Біологічні науки»*. 2015. № 2 (36). С. 102–104.
25. Скакальська О. І., Скоропляс І. О. Сучасний стан ценопопуляцій *Pinguicula vulgaris* L. в межах території Бушанського ботанічного заказника. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2014. № 1100, Вип. 20. С. 367–370.
26. Скоропляс І. О. Роль природно-заповідних територій Кременецького району у збереженні генофонду рідкісних рослин. *Біорізноманіття : теорія, практика та методичні аспекти вивчення у загальноосвітній та вищій школі* : матер. міжнар. наук.-практ. конф. Полтава : Друкарська майстерня, 2010. С. 214–215.
27. Черняк В. М. Культивована дендрофлора Волино-Поділля, перспективи її використання та збагачення. Тернопіль : Вид-во ТНПУ, 2004. 264 с.
28. 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.

## References

1. Zaveruha B. V., Kuznecov S. I., Cherniak V. M. K istorii Kremeneckogo botanicheskogo sada (v sviazi s ego rekonstrukciei). *Introdukciia i aklimatizaciia rastenii*. 1987. № 8. S. 6–9. [in Russian]
2. Katalog roslyn Kremenetskoho botanichnoho sadu / R. S. Ivanytskyi ta in. Kremenets, 2015. 160 s. [in Ukrainian]
3. Kovalchuk I. O. Taksonomichniy analiz kolektsii viddilu kvitnykovo-dekoratyvnykh roslyn Kremenetskoho botanichnoho sadu. *Introduktsiia roslyn*. 2019. № 4 (84). S. 43–50. [in Ukrainian]
4. Kremenetskyi botanichnyi sad: katalog roslyn / V. H. Stelmashchuk ta in. *Pryrodno-zapovidni terytorii Ukrainy. Roslynniy svit*. 2007. Vyp. 8. 159 s. [in Ukrainian]
5. Kremenetskyi botanichnyi sad: slovnyk-dovidnyk / V. M. Cherniak ta in. Kremenets-Ostroh : SPD Svnarchuk, 2016. 160 s. [in Ukrainian]
6. Lisnichuk A. M. Stratehiia reintroduktsii (repatriatsii) rarytetnykh vydiv roslyn na terytorii Kremenetskykh hir: postanovka problemy ta znachennia. *Problemy pryrodookhoronnoho menezhmentu terytorii z intensyvnym vedenniam hospodarstva, pryiniatykh do skladu natsionalnykh pryrodnykh parkiv*: матер. II nauk.-prakt. конф. (Kremenets, 3–4 zhovt. 2013 r.). Kremenets, 2013. S. 71–74. [in Ukrainian]
7. Lisnichuk A. M. Suchasni metodychni pidkhody v otsintsi stanu pryrodnykh populiatsii *Pinus sylvestris* L. v raioni Kremenetskoho horbohiria. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia : Biolohichni nauky*. 2013. № 50. S. 38–43. [in Ukrainian]
8. Lisnichuk A. M. Strukturno-dynamichne riznomanittia kolektsii roslyn Kremenetskoho botanichnoho sadu. *Ternopilski biolohichni chytannia – Ternopil Bioscience – 2017* : матер. vseukr. nauk.-prakt. конф. Ternopil : TOV «Terno-hraf», 2017. S. 61–65. [in Ukrainian]
9. Lisnichuk A. M., Hutsalo N. B. Struktura roslynnnykh ekspozytsii Kremenetskoho botanichnoho sadu. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. 2020. № 3–4 (80). S. 20–26. [in Ukrainian]
10. Lisnichuk A. M., Melnychuk O. A., Kubinska L. A. Atlas likarskykh roslyn Kremenetskoho botanichnoho sadu. Ternopil : TOV «Terno-hraf», 2017. 96 s.; il. [in Ukrainian]
11. Lisnichuk A. M., Onuk L. L. Travianysti adventyvni vydy roslyn Kremenetskoho botanichnoho sadu. *Pryroda Podillia: vyvchennia, problemy zberezhenntia* : матер. nauk.-prakt. конф. (Hrymailiv, 20–21 serp. 2020 r.). Ternopil, 2020. S. 206–208. [in Ukrainian]
12. Lisnichuk A. M., Onuk L. L., Panasenko R. S., Melnychuk O. A. Ryzkyky invazii pry introduktsii roslyn u Kremenetskomu botanichnomu sadu. *Vidnovlennia porushenykh pryrodnykh ekosystem* : матер. V mizhnar. nauk. конф. (Donetsk, 12–15 trav. 2014 r.). Donetsk, 2014. S. 277–278. [in Ukrainian]
13. Lisnichuk A. M., Onuk L. L. Kremenetskyi botanichnyi sad. Ternopil : TOV «Terno-hraf», 2018. 144 s., il. [in Ukrainian]

14. Lisnichuk A. M., Panasenko R. S., Verykivskiy L. A. Invaziini vydy derevnykh roslyn na terytorii ob'ektiv pryrodno-zapovidnoho fondu Ternopilshchyny. *Fundamentalni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v umovakh hlobalnykh zmin navkolyshnoho seredovyscha* : mater. mizhnar. nauk. konf. Kyiv, 2020. S. 277–280. [in Ukrainian]
15. Melnyk V. I. Sad Volynskykh Afin. Botanichna nauka ta osvita u Volynskii himnazii – Kremenetskomu litsei (1806–1832). Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2008. 28 s. [in Ukrainian]
16. Mosiakin A. S. Ohliad osnovnykh hipotez invaziinosti roslyn. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 2009, T. 66, № 4, S. 466–472. [in Ukrainian]
17. Onuk L. L., Chubata T. V., Skoroplias I. O. Raryetna komponenta flory lisovoho urochyscha «Oleksiuky» Kremenetskoho raionu. *Problemy pryrodokhoronnoho menezhmentu terytorii z intensyvnym vedenniam hospodarstva, pryiniatykh do skladu natsionalnykh pryrodnykh parkiv* : mater. II nauk.-prakt. konf. (Kremenets, 3–4 zhovt. 2013 r.). Kremenets, 2013. S. 90–94. [in Ukrainian]
18. Onuk L. L., Stelmashchuk V. H., Tsytsiura N. I., Cherniak V. M. Kremenetskyi botanichnyi sad: mynule, suchasne, maibutnie. *Naukovyi visnyk «Miski sady i parky» : mynule, suchasne i maibutnie* : zb. nauk.-tekhn. prats. Lviv : UkrDLTU. 2001. 396 s. [in Ukrainian]
19. Onuk L. L., Hlushchenko L. A. Osoblyvosti bolit reliktovykh form reliefu baseinu r. Stvyhy (Bilorus, Ukraina). *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*. 2015. № 1. T.11. S.12–21. [in Ukrainian]
20. Onuk L. L., Petruk Yu. V., Chubata T. V. Kremenetskyi botanichnyi sad. Kataloh roslyn viddilu fitosozolohii. Vinnytsia : TOV "TVORY", 2021. 120 s. [in Ukrainian]
21. Onuk L. L., Chubata T. V., Skoroplias I. O. Formuvannia kolektsiinoho fondu roslyn pryrodnoi flory v botanichnomu sadu m. Kremetsia. *Besserivski pryrodoznavchi studii* : zb. mater. vseukr. nauk. konf. (Kremenets, 1–3 zhovt. 2014 r.). Kremenets : VTsKOHPI, 2014. S.113–114. [in Ukrainian]
22. Rakhmetov D. B., Melnychuk O. A. Kolektsiyni fond likarskykh roslyn u Kremenetskomu botanichnomu sadu. *Molodyi vchenyi*. 2019. № 11. S. 706–709. [in Ukrainian]
23. Skakalska O. I., Batochenko V. M. Khorolohiia ta osoblyvosti zrostannia *Pinguicula vulgaris* L. u mezhakh terytorii Brodivskoho raionu (s. Batkiv, Lvivska obl.). *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Serii : Biolohichni nauky*. 2016. № 7 (332). S. 69–73. [in Ukrainian]
24. Skakalska O. I. Naukova tsinnist vodno-bolotnoho masyyvu ozera Bile. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu. Serii «Biolohichni nauky»*. 2015. № 2 (36). S. 102–104. [in Ukrainian]
25. Skakalska O. I., Skoroplias I. O. Suchasnyi stan tsenopopuliatsii *Pinguicula vulgaris* L. v mezhakh terytorii Bushchanskoho botanichnoho zakaznyka. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Serii «Biolohiia»*. 2014. № 1100, Vyp. 20. S. 367–370. [in Ukrainian]
26. Skoroplias I. O. Rol pryrodno-zapovidnykh terytorii Kremenetskoho raionu u zberezeni henofondu ridkisykh roslyn. *Bioriznomanittia : teoriia, praktyka ta metodychni aspekty vyvchennia u zahalnoosvitnii ta vyshchii shkoli* : mater. mizhnar. nauk.-prakt. konf. Poltava : Drukarska maisternia, 2010. S. 214–215. [in Ukrainian]
27. Cherniak V. M. Kultyvovana dendroflora Volyno-Podillia, perspektyvy yii vykorystannia ta zbahachennia. Ternopil : Vyd-vo TNPU, 2004. 264 s. [in Ukrainian]
28. 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]

A. M. Lisnichuk, R. L. Yavorivskiy, N. Yo. Sosanska

Kremenets Botanical Garden, Ukraine

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

Laboratory of Biology and Ecology “Holytskyi Biostationary of the University”, Ukraine

#### IMPACT OF KREMENETS BOTANICAL GARDEN ON BOTANY DEVELOPMENT

The article highlights the role of the Kremenets Botanical Garden in the preservation and enrichment of plant biodiversity. It also analyzes the current state and prospects of plant biodiversity development as a scientific center where research is carried out on the plants introduction, reintroduction and acclimatization, landscape design and greening, and the organization of environmental monitoring. The main directions of the institution's scientific work at the current stage are outlined.

The structural scientific unit of the institution consists of six departments: acclimatization of fruit and berry crops; dendrology; flower garden and decorative plants; medicinal plants and new crops; reproductive biology and implementation; phytosozology. Main research topics: introduction of plants with the aim of enriching plant resources of Ukraine; preservation of the gene pool and

biodiversity of species *ex situ*, protection of flora and monitoring of its condition, reproduction, cultivation, implementation of introduced and native ornamental plants with the aim of renewing collections and greening. The collection fund of the botanical garden includes more than 2,000 taxa, among them: species protected in national (listed in the Red Books of Ukraine) and regional levels, endemics of the Kremenets Mountains and other regions of the world. The species of natural flora, dendroflora, berry and fruit crops, medical, fodder, vegetable, spicy-aromatic and decorative plants are widely represented in the collections and expositions. A thorough study of the development of these plant groups allows us to determine their individual peculiarities, develop agricultural techniques, select the most promising species and to use the information obtained when creating plant compositions.

The study and construction of plant populations of the desinent group is actively conducted in the Kremenets Botanical Garden. Also, the monitoring and control of the spontaneous spreading of invasive species are carried out.

The modern Kremenets Botanical Garden is an object of the national nature reserve fund. It participates in the environmental protection activities of the region and functions as a research and educational institution. Multi-faceted scientific research is carried out here, as well as cultural and educational work.

*Key words: Kremenets Botanical Garden, introduction, reintroduction, acclimatization, collection fund, plant exposition.*

Надійшла 29.11.2022.

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 58.051

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.4

<sup>1</sup>Т. В. АНДРУСИШИН, <sup>2</sup>В. В. ГРУБІНКО, <sup>1</sup>О. М. ЯРЕМА

<sup>1</sup>Західноукраїнський національний університет  
вул. Майдан Перемоги, 3, корпус № 2, Тернопіль, 46009

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027  
e-mail: tetjanaandrusyshyn@gmail.com

## **ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ВЕГЕТАТИВНОЇ ЧАСТИНИ РУДЕРАЛЬНИХ РОСЛИН У ЗВ'ЯЗКУ З УМОВАМИ ЗРОСТАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ**

---

Вивчення особливостей накопичення важких металів у рослинах в умовах забруднених територій є важливим практичним напрямком на шляху до оптимізації природокористування з метою покращення стану довкілля.

Досліджено вміст важких металів у вегетативній частині рудеральних рослин, які ростуть у долині річки Збруч, у зоні впливу міського сміттєзвалища м. Волочиськ Хмельницької області. Проведено порівняльний аналіз отриманих даних із результатами досліджень вмісту важких металів у рослинах із природних екосистем різного типу.

Високий вміст металів у рослинах прямо відображає наслідки антропогенного впливу на біотичну складову природного середовища. Відбувається накопичення хімічних елементів у зоні зниження рельєфу місцевості за рахунок стоку поверхневих та ґрунтових вод.

З'ясовано, що у *Achillea millefolium* L. та *Taraxacum officinale* Wigg вміст важких металів вищий, ніж у рослин із порівнюваних природних екосистем, а у *Plantago major* L. він приблизно збігається. Виявлені особливості є перспективними щодо використання цих двох видів рослин як фітореєдматорів забрудненого середовища.

*Ключові слова:* важкі метали, сміттєзвалище, рудеральні рослини, *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* Wigg, *Plantago major* L.

Міста та їх околиці є своєрідними осередками високого рівня техногенного навантаження на компоненти природного середовища, адже тут концентруються основні виробничі потужності, велика кількість транспорту та побутових відходів, які є джерелами забруднення атмосферного повітря, ґрунтів та водойм.

Утилізація побутових відходів та ліквідація наслідків їх перебування на певній території є одним з основних аспектів захисту довкілля. Фільтрат сміттєзвалищ посідає одне з провідних місць серед забруднювачів навколишнього природного середовища [1, 8].

Надходження поллютантів у природні екосистеми спричиняє порушення біогеохімічних циклів сполук елементів і зумовлює формування аномальних ділянок із високим вмістом токсичних речовин (виділяють більше 100), до них відносяться і важкі метали.

Важкі метали (ВМ) є одними з найбільш небезпечних поллютантів, які вкрай негативно впливають на організми, можуть викликати віддалені ембріотоксичні і мутагенні наслідки [6, 16] та позиціонуються як пріоритетні забруднювачі навколишнього середовища. Важкі метали

із сміттєзвалищ мігрують у навколишнє середовище, створюючи поліелементні суміші, які при сумарному впливі є лімітуючими факторами для біоти.

Важливою складовою природних та антропогенних екосистем і найважливішою ланкою біогеохімічного колообігу є рослини. Оскільки рослини мають здатність поглинати з навколишнього середовища у більших або менших кількостях сполуки ВМ, їх можна використовувати як індикатор, що дозволить визначити ступінь забруднення ґрунтів важкими металами [5]. Так, наприклад, мак має виразну реакцію на підвищений вміст міді, у більшості рослин припиняється ріст, знижується енергія проростання насіння [5]. Ярутка чутлива до накопичення цинку, через що у неї відмирають кінчики листя та виникають потворні форми. Смольовка є індикатором свинцю, бо при його накопиченні вона має карликову форму, змінює колір листя на темно-червоний, квітки стають дрібнішими [11]. Однак в умовах постійного забруднення деякі види трав'янистих рослин здатні формувати металостійкі популяції, які утворюють різноманітні системи знешкодження металів [2], адже вони характеризуються певною вибірковою здатністю до поглинання хімічних елементів і з різною швидкістю пропускають скрізь себе ці елементи та здатні сортувати їх, затримуючи одні й пропускаючи інші. Ця вибіркова здатність має велике геохімічне значення, бо в результаті її змінюється хімічний склад окремих частин літосфери [4]. Щороку площі територій з понаднормовими концентраціями важких металів у ґрунтах збільшуються. Отже, проблема набуває загрозливого характеру і потребує запровадження сучасних й ефективних заходів ремедіації забрудненого середовища [10].

Антропогенне й техногенне навантаження зумовлює трансформацію і спрощення видового різноманіття типових фітоценозів. Інтегральною реакцією на підвищення концентрацій важких металів у природному середовищі є зниження життєдіяльності одних рослин і відмирання інших, унаслідок цього на антропогенно змінених територіях зменшується видове різноманіття і домінують види, стійкі до впливу поллютантів [13]. Основи таких фітоценозів сформовані, як правило, рудеральними видами рослин.

Накопичення важких металів у рудеральних рослинах, які ростуть поблизу сміттєзвалищ, досліджується мало, здебільшого описується досвід застосування вже відомих фіторемедіантів.

З огляду на зазначене, вивчення особливостей накопичення важких металів у рослинах в умовах забруднених територій є важливим практичним напрямком на шляху до оптимізації природокористування з метою покращення стану довкілля, що відповідає Цілям сталого розвитку України.

Метою роботи було дослідження накопичення важких металів у рудеральних рослинах з екосистеми, що перебуває в умовах високого антропогенного навантаження та забруднення важкими металами.

### Матеріали і методи досліджень

Для визначення вмісту важких металів відбирали рудеральні рослини, які є найбільш чисельними серед тих видів, що зростають на досліджуваній території (координати: 49°55'84" пн. ш. – 26°21'61" сх. д.).

Зразки рослин – деревію звичайного (*Achillea millefolium* L.), кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Webb. ex Wigg), подорожника великого (*Plantago major* L.) відбирали у травні-вересні поблизу м. Волочиськ – у долині річки Збруч, нижче схилу, на якому розташоване міське сміттєзвалище.

Точкові проби відбирали методом конверта з дотриманням вимог щодо чистоти рослинного зразка. З досліджуваних ділянок отримували об'єднані проби екземплярів кожного виду. Оцінку щільності, кількості екземплярів рослин кожного виду на пробних ділянках здійснено на основі візуальних спостережень та кількісного обліку.

Мінералізацію зразків вегетативної частини рослин здійснювали методом мокроого озолення. До наважки сухої маси рослини додавали 10 мл  $\text{HNO}_3$  і нагрівали при температурі 105°C упродовж 2-х год. Після охолодження до суміші додавали 3 мл 30 %  $\text{H}_2\text{O}_2$ , нагрівали упродовж 1 год та фільтрували. В отриманих нітратних розчинах визначали вміст ВМ методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С-115 при відповідних довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів. Отримані дані

опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. Вміст ВМ визначали у вегетативній частині рослин і виражали в мг на 1 кг сухої маси.

### Результати досліджень та їх обговорення

На основі візуальної оцінки флористичного складу види рослин подано в нисхідному порядку за їх щільністю – *A. millefolium*, *T. officinale*, *P. major*, що було підтверджено при підрахунку кількості екземплярів кожного виду на 1 м<sup>2</sup> у п'ятьох досліджуваних ділянках (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість екземплярів рослин досліджуваних видів на 1 м<sup>2</sup>

Вид	Ділянка				
	1	2	3	4	5
<i>A. millefolium</i>	230	79	-	-	351
<i>T. officinale</i>	73	-	-	-	72
<i>P. major</i>	-	2	-	-	5

Зіставляючи результати дослідження вмісту важких металів у *A. millefolium* з їх вмістом у рослинах із заказника «Рязанова балка» [3], зауважимо на порядок вищий вміст Цинку (у травні – у 16,5 рази) (рис. 1).

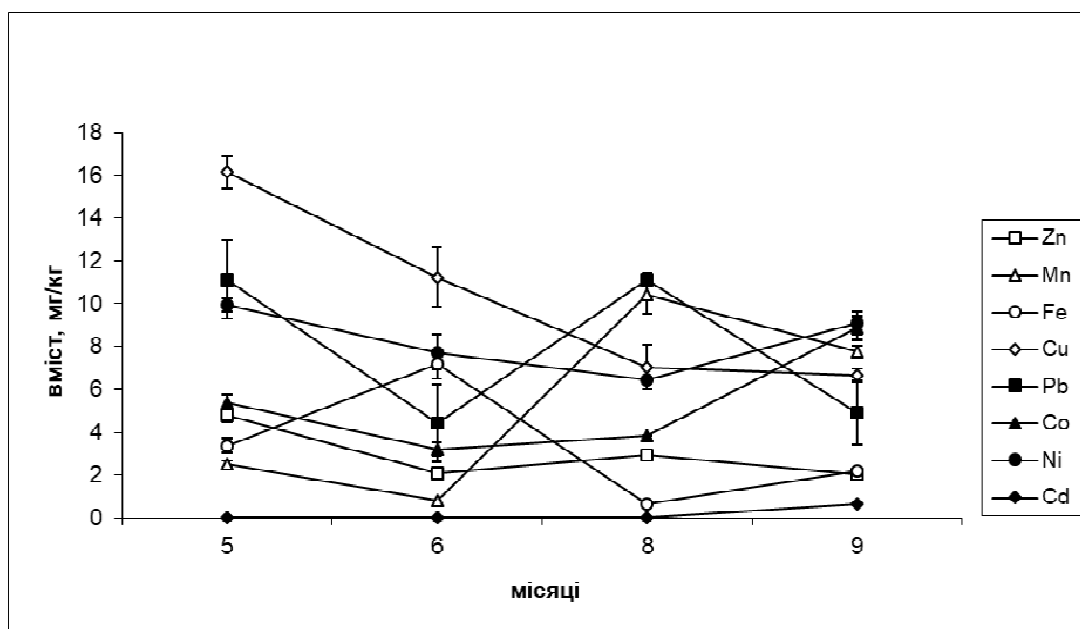


Рис. 1. Вміст важких металів в *A. millefolium*, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Примітка: Zn ( $1 \times 10$ ), Fe ( $1 \times 10^2$ )

Вміст Мангану у *A. millefolium* в межах 2,5–10,4 мг/кг, що співвідноситься з даними результатів порівнюваного дослідження.

Вміст Феруму у *A. millefolium* на порядок вище, ніж у рослин із заказника «Рязанова балка» (крім серпня). Максимальна різниця у 36,7 рази в червні (вміст металу 721,07 мг/кг).

Вміст Купруму у *A. millefolium* також вище у 12 разів в червні (16,14 мг/кг) у результатах нашого дослідження.

Дуже високий вміст Плюмбуму в *A. millefolium* із досліджуваної ділянки відносно порівнюваних даних (у 30,7–79,6 рази в різні місяці).

Вміст Кобальту у *A. millefolium* також значно вищий – від 15,9 у червні до 44,3 рази у вересні (8,87 мг/кг).

Нікель у *A. millefolium* також має високі показники (напр. у травні 9,94 мг/кг), що перевищують порівнювані від 11,1 до 17,1 рази.



У зразках *A. millefolium* виявлено Кадмій у слідових кількостях, лише у вересні – 0,64 мг/кг, що у 10,6 раза вище, ніж у рослинах із заказника.

За рівнем накопичення в *A. millefolium* важких металів їх розташовано у низхідному порядку: у травні – Fe > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Mn > Cd, у червні – Fe > Zn > Cu > Ni > Pb > Co > Mn > Cd, у серпні – Fe > Zn > Pb > Mn > Cu > Ni > Co > Cd, у вересні – Fe > Zn > Ni > Co > Mn > Cu > Pb > Cd.

Порівнюючи вміст важких металів у *T. officinale* (рис. 2) з даними літературних джерел [6], зауважимо високий рівень цинку, адже мінімальний показник у травні (16,19 мг/кг) у межах найвищих значень порівнюваних даних.

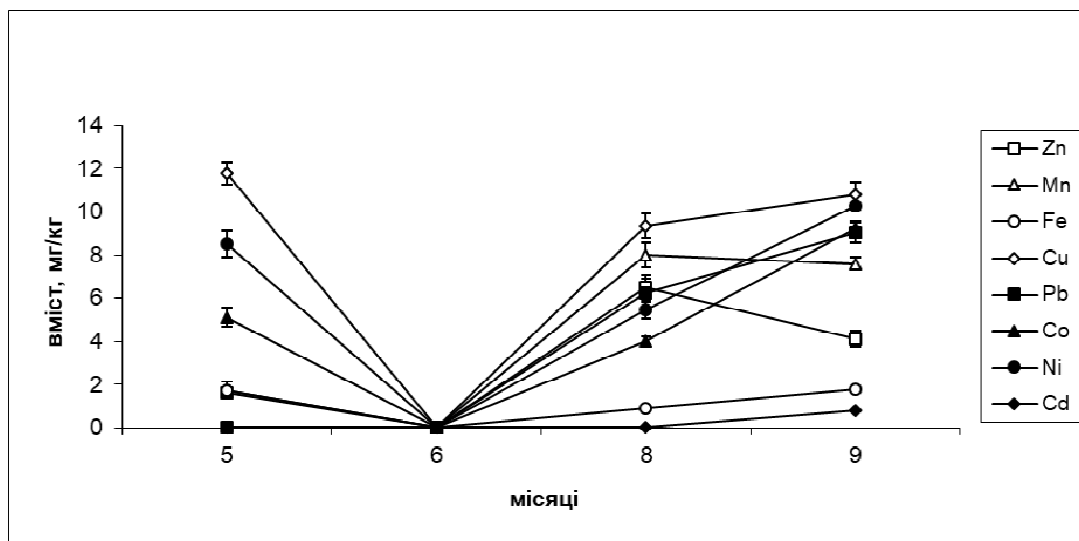


Рис. 2. Вміст важких металів в *T. officinale*, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Примітка: Zn ( $1 \times 10$ ), Fe ( $1 \times 10^2$ )

Найвищий вміст Мангану у *T. officinale* (8,02 мг/кг) виявлено у серпні, що у 1,5 раза менше від мінімальних показників металу в кульбабі лікарській з урбоєкосистем м. Дніпродзержинськ [9] (надалі – м. Кам'янське, відповідно до закону про декомунізацію 2016 року).

Виявлено високий вміст Феруму у *T. officinale* (у вересні 176,05 мг/кг), що у 5,93 раза вище від вмісту металу у кульбабі лікарській, відібраній у транспортній зоні [12] міста Миколаєва.

Вміст Купруму в надземній частині *T. officinale* був найвищим у травні (11,78 мг/кг) та приблизно співвідноситься з результатами дослідження вмісту металу у кульбабі лікарській, що зростає в аеропорту «Жуляни» [6].

У *T. officinale* Плюмбум виявлено у серпні та вересні. Вміст металу практично на порядок вище (у 9,21 рази), ніж у кульбабі з аеропорту «Жуляни» [6].

Вміст Кобальту у *T. officinale* найвищий у вересні (9,26 мг/кг).

Вміст Нікелю у *T. officinale* максимальний у вересні (10,26 мг/кг), що є порівняно високим показником, адже максимальний вміст цього металу в урбоєкосистемах Кам'янського [9] у 1,97 раза менше.

Кадмій у *T. officinale* виявлений у слідових кількостях, а у вересні – 0,77 мг/кг, що у 1,2 раза вище від вмісту металу у кульбабі з аеропорту «Жуляни» [6].

За рівнем накопичення в *T. officinale* важких металів їх розташовано у низхідному порядку: у травні – Fe > Zn > Cu > Ni > Co > Mn > Pb = Cd, у серпні – Fe > Zn > Cu > Mn > Pb > Ni > Co > Cd, у вересні – Fe > Zn > Cu > Ni > Co > Pb > Mn > Cd.

Порівнюючи результати дослідження вмісту Цинку у *P. major* з його вмістом у подорожнику з Ніжинського аеродрому [7], зауважимо, що у серпні наші показники майже вдвічі вищі (у 1,65 рази) (рис. 3). Щоправда, вміст металу у травні та вересні майже відповідає порівнюваним результатам, що свідчить про чіткий сезонний режим геохімічного колообігу у зв'язку з підвищеними потребами рослин в живленні у вегетаційний період.

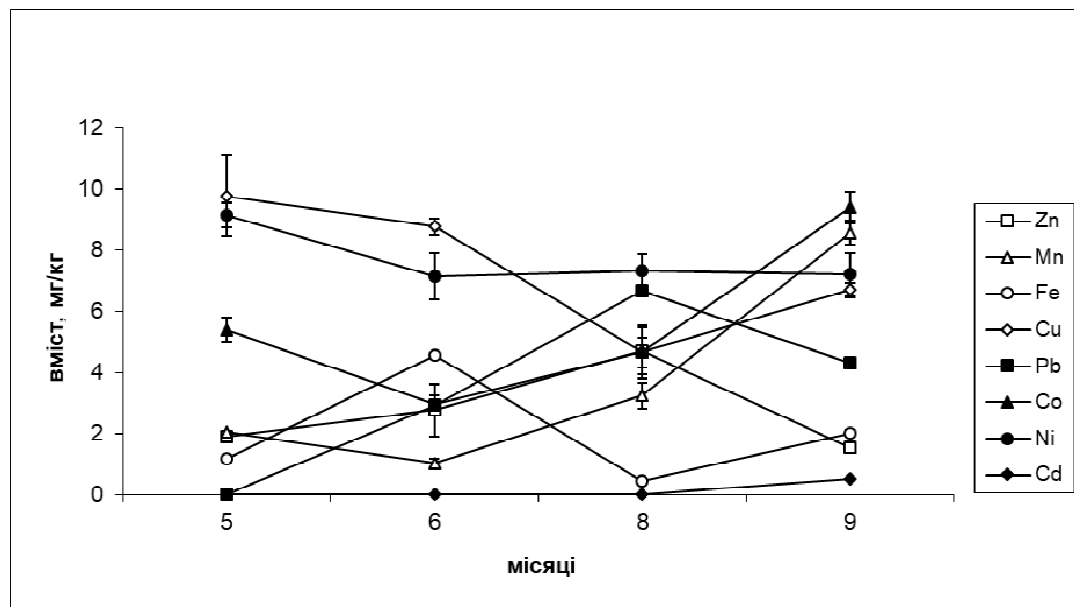


Рис. 3. Вміст важких металів в *P. major*, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Примітка: Zn ( $1 \times 10$ ), Fe ( $1 \times 10^2$ )

Вміст Мангану у *P. major* найвищий у вересні (8,57 мг/кг), а Феруму (455,47 мг/кг) – у червні.

Вміст Купруму (4,65–9,78 мг/кг) у *P. major* протягом періоду досліджень майже в діапазоні показників вмісту металу в подорожнику з аеродрому «Жуляни» та Ніжинського аеродрому [7], з невисоким перевищенням у травні та червні (у 1,17 рази).

Вміст Плюмбуму у *P. major* (2,93–6,66 мг/кг) приблизно співвідноситься з порівнюваними даними [7].

Вміст Кобальту *P. major* максимальний у вересні (9,41 мг/кг), а Нікелю – у травні (9,14 мг/кг).

У *P. major* виявлено сліди Кадмію, а у вересні його вміст вже 0,52 мг/кг, що практично відповідає вмісту металу у Ніжинському аеродрому та аеродрому «Жуляни» [7].

За рівнем накопичення у *P. major* важких металів їх розташовано у низхідному порядку: у травні – Fe > Zn > Cu > Ni > Co > Mn > Pb = Cd, у червні – Fe > Zn > Cu > Ni > Co > Pb > Mn > Cd, у серпні – Zn > Fe > Ni > Pb > Cu > Co > Mn > Cd, у вересні – Fe > Zn > Co > Mn > Ni > Cu > Pb > Cd.

### Висновки

Вміст всіх важких металів в *A. Millefolium*, крім Мангану, значно вищий, ніж у рослинах цього виду із заказника, що прямо відображає наслідки антропогенного впливу на біотичну складову природного середовища.

Вміст Цинку, Феруму, Плюмбуму, Нікелю та Кадмію у рослин виду *T. officinale*, вищий, ніж у рослинах, що зростають у техно- та урбоекосистемах Кам'янського, Миколаєва та Києва, що свідчить про високе антропогенне навантаження на екосистему, що знаходиться в зоні впливу розташованого неподалік сміттєзвалища.

Вміст більшості виявлених важких металів у *P. major* корелює з вмістом металів у рослинах, відібраних у Ніжинському аеропорту та аеропорту «Жуляни» (крім вмісту Цинку та Купруму, що іноді перевищує порівнювані показники).

Накопичення хімічних елементів відбувається у зонах зниження рельєфу місцевості за рахунок стоку поверхневих та ґрунтових вод [1], що, ймовірно, є однією з причин високого вмісту металів у деревію звичайному та кульбабі лікарській, адже зразки були відібрані у долині річки Збруч. *A. millefolium* та *T. officinale* демонструють спорідненість до накопичення важких металів, що робить їх перспективними видами для фіторе mediaції забруднених територій.

1. Бузіна І. М. Застосування фіторе mediaційних технологій для ґрунтів з монометалічним забрудненням. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.7. С. 115–121.
2. Бортнік Л. М. Екологічна оцінка урболандшафтів за вмістом важких металів у системі ґрунт-рослина : автореф. дис... канд. біол. наук. Дніпропетровськ, 1999. 20 с.
3. Гололобова О. О. Екологічний стан компонентів довкілля природно-заповідного фонду Харківської області (на прикладі заказників «Рязанова балка», «Кочетоцький», «Цикалове»). *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2012. № 1004, вип. 7. С. 91–100.
4. Голуб В. А., Волощинська С. С., Голуб С. Н. Видоспецифічні особливості акумуляції важких металів рослинами приавтомагістральної смуги автодороги М-07 «Київ-Ковель-Ягодин». *Природа Західного Полісся та прилеглих територій* : зб. наук. пр. / за заг. ред. Ф. В. Зузук. Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки. 2019. № 16. С. 197–201.
5. Демура В. І., Готвянська В. О., Павличенко В. О. Розподіл та накопичення важких металів в рослинах та ґрунтах на територіях розміщення відходів вуглевидобутку. *Геотехнічна механіка*. 2013. Вип. 111. С. 23–29.
6. Довгопола К. А. Спектральний аналіз вмісту флавоноїдів кульбаби лікарської *Taraxacum officinale* W. та цикорію звичайного *Cichorium intybus* L. в залежності від місця зростання. *Проблеми екологічної біотехнології*. 2016. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb\\_2016\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2016_2_7) (дата звернення: 09.12.2022).
7. Довгопола К. А., Гаркава К. Г. Вплив умов зростання на вміст біологічно активних компонентів у *Plantago major* L. *Екологічні науки*. № 2 (21). С. 229–232.
8. Еколого-техногенна небезпека Броницького сміттєзвалища. URL: [https://kstuca.kharkov.ua/wp-content/uploads/2019/ndial/konkursnr/323-peremozhch-turu/133\\_tehnogenna\\_nabazpeka\\_smittezvalysch.pdf](https://kstuca.kharkov.ua/wp-content/uploads/2019/ndial/konkursnr/323-peremozhch-turu/133_tehnogenna_nabazpeka_smittezvalysch.pdf) (дата звернення: 09.12.2022).
9. Клименко Т. К., Ларіонова Л. П. Екологічний моніторинг забруднення урбоєкосистем важкими металами з використанням рослин видів *Taraxacum officinale* і *Poa angustifolia*. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2012. № 32. С. 268–275.
10. Комарова І. Р. Еколого-біологічні особливості *Taraxacum officinale* Wigg за дії забруднення важкими металами в умовах промислового Криворіжжя : дис... канд. біол. наук: 03.00.16 / Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара. Дніпро, 2019. 194 с.
11. Крайнюков О. М., Кривицька І. А., Черкашина Ю. Ю. Оцінка впливу важких металів на фотосинтезуючий апарат рослин. *«Молодий вчений» Біологічні науки*. 2020. № 4 (80) квітень. С. 244–252.
12. Цикало А. Л., Космачова А. М., Смирнов В. М. Експериментальне дослідження накопичення важких металів рослинами та перспективи використання рослин для попередження забруднення довкілля урбанізованих територій. *Холодильна техніка та технологія*. 2015. Т. 51, вип. 6. С. 78–82.
13. Щербаченко О. І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища. Стійкість і адаптація рослин до їх впливу. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2014. Вип. 30. С. 157–182. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzdpm\\_2014\\_30\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzdpm_2014_30_19) (дата звернення: 09.12.2022).

## References

1. Buzina I. M. Zastosuvannia fitoremediatsiinykh tekhnolohii dlia hruntiv z monometalichnym zabrudnenniam. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2014. Vyp. 24.7. S. 115–121. [in Ukrainian]
2. Bortnik L. M. Ekolohichna otsinka urbolandshaftiv za vmistom vazhkykh metaliv u systemi hrunt-roslyna : avtoref. dys... kand. biol. nauk. Dnipropetrovsk, 1999. 20 s. [in Ukrainian]
3. Hololobova O. O. Ekolohichni stan komponentiv dovkillia pryrodno-zapovidnoho fondu Kharkivskoi oblasti (na pryklady zakaznykiv «Riazanova balka», «Kochetotskyi», «Tsykalove»). *Visnyk KhNU imeni V. N. Karazina, seriia «Ekolohiia»*. 2012. № 1004, vyp. 7. S. 91–100. [in Ukrainian]

4. Holub V. A., Voloshchynska S. S., Holub S. N. Vydospetsyfichni osoblyvosti akumulatsii vazhkykh metaliv roslynamy pryavtomahistralnoi smuhy avtodorohy M-07 «Kyiv-Kovel-Yahodyn». *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii* : zb. nauk. pr. / za zah. red. F. V. Zuzuka. Lutsk : Skhidnoievrop. nats. un-t im. Lesi Ukrainky. 2019. № 16. S. 197–201. [in Ukrainian]
5. Demura V. I., Hotvianska V. O., Pavlychenko V. O. Rozpodil ta nakopychennia vazhkykh metaliv v roslynakh ta hruntakh na terytoriiakh rozmishchennia vidkhodiv vuhlevydobutku. *Heotekhnichna mekhanika*. 2013. Vyp. 111. S. 23–29. [in Ukrainian]
6. Dovhopola K. A. Spektralnyi analiz vmistu flavonoidiv kulbaby likarskoi *Taraxacum officinale* W. ta tsykoriuu zvychainoho *Cichorium intybus* L. v zalezhnosti vid mistsia zrostantia. *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii*. 2016. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb\\_2016\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2016_2_7) (data zvernennia: 09.12.2022). [in Ukrainian]
7. Dovhopola K. A., Harkava K. H. Vplyv umov zrostantia na vmist biolohichno aktyvnykh komponentiv u *Plantago major* L. *Ekolohichni nauky*. № 2 (21). S. 229–232. [in Ukrainian]
8. Ekoloho-tekhnohenna nebezpeka Bronytskoho smittiezvalyshcha. URL: [//kstuca.kharkov.ua/wp-content/uploads/2019/ndial/konkursnr/323-peremozhch-turu/133\\_tehnogenna\\_nabarpeka\\_smittezvalyshch.pdf](http://kstuca.kharkov.ua/wp-content/uploads/2019/ndial/konkursnr/323-peremozhch-turu/133_tehnogenna_nabarpeka_smittezvalyshch.pdf) (data zvernennia: 09.12.2022). [in Ukrainian]
9. Klymenko T. K., Larionova L. P. Ekolohichniy monitorynh zabrudnennia urboekosystem vazhkymy metalamy z vykorystanniam roslyn vydiv *Taraxacum officinale* i *Poa angustifolia*. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho hirnychoho universytetu*. 2012. № 32. C. 268–275. [in Ukrainian]
10. Komarova I. R. Ekoloho-biolohichni osoblyvosti *Taraxacum officinale* Wigg za dii zabrudnennia vazhkymy metalamy v umovakh promyslovoho Kryvorizhzhia : dys... kand. biol. nauk: 03.00.16 / Dniprovskiy natsionalnyi universytet im. Olesia Honchara. Dnipro, 2019. 194 s. [in Ukrainian]
11. Krainiukov O. M., Kryvytska I. A., Cherkashyna Yu. Yu. Otsinka vplyvu vazhkykh metaliv na fotosintezuiuchyiy aparat roslyn. «*Molodyi vchenyi*» *Biolohichni nauky*. 2020. № 4 (80) kviten. S. 244–252. [in Ukrainian]
12. Tsykalo A. L., Kosmachova A. M., Smyrnov V. M. Eksperymentalne doslidzhennia nakopychennia vazhkykh metaliv roslynamy ta perspektyvy vykorystannia roslyn dlia poperedzhennia zabrudnennia dovkillia urbanizovanykh terytorii. *Kholodylna tekhnika ta tekhnolohiia*. 2015. T. 51, vyp. 6. S. 78–82. [in Ukrainian]
13. Shcherbachenko O. I. Vazhki metaly yak toksychniy faktor zabrudnennia pryrodnoho seredovyshcha. Stiikist i adaptatsiia roslyn do yikh vplyvu. *Naukovi zapysky Derzhavnogo pryrodnavchoho muzeiu*. 2014. Vyp. 30. S. 157–182. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzdpn\\_2014\\_30\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzdpn_2014_30_19) (data zvernennia: 09.12.2022). [in Ukrainian]

<sup>1</sup>T. V. Andrusyshyn, <sup>2</sup>V. V. Hrubinko, <sup>1</sup>O. M. Yarema

<sup>1</sup>Western Ukrainian National University, Ukraine

<sup>2</sup>Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### HEAVY METAL CONTENT OF THE VEGETATIVE PART OF RUDERAL PLANTS IN CONNECTION WITH GROWTH CONDITIONS

The study of the features of the accumulation of heavy metals in plants in the conditions of polluted territories is an important practical direction on the way to the optimization of nature use in order to improve the state of the environment.

The content of heavy metals in the vegetative part of ruderal plants growing in the valley of the Zbruch River, in the zone of influence of the municipal landfill of Volochysk, Khmelnytskyi Region, was studied. A comparative analysis of the obtained data with the results of research on the content of heavy metals in plants from different types of natural ecosystems was carried out.

The high content of metals in plants directly reflects the consequences of anthropogenic influence on the biotic component of the natural environment. Accumulation of chemical elements occurs in the area of reduced topography due to runoff of surface and ground water.

It was found that the content of heavy metals in *Achillea millefolium* L. and *Taraxacum officinale* Wigg is higher than in plants from the compared natural ecosystems, and in *Plantago major* L. it is approximately the same. The identified features are promising for the use of these two types of plants as phytoremediators of the polluted environment.

*Key words:* heavy metals, landfill, ruderal plants, *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* Wigg, *Plantago major* L.

Надійшла 16.11.2022.

## **ВИКОРИСТАННЯ БІОЧАРУ І МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО (*MISCANTHUS GIGANTEUS*) ДЛЯ РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТУ, ЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ**

Досліджено динаміку основних показників хімічного складу ґрунту, забрудненого нафтопродуктами, під час вирощування міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*) та додавання біочару (біовугілля). Проаналізовано можливість використання культури міскантусу і добрива для ремедіації ґрунту за умов забруднення дизельним паливом. Під час вегетації рослин встановлено зниження у ґрунті вмісту нітратів, фосфору і калію та зростання амонію. Найзначніше зменшення концентрації нафтових вуглеводнів у ґрунті було відмічено за умов одночасного додавання біочару і вирощування культури міскантусу, що може ефективно використовуватися для ремедіації земель, забруднених нафтопродуктами.

*Ключові слова:* ґрунт, хімічний склад, ремедіація, міскантус, нафтопродукти.

Розвиток промислового виробництва у сучасному світі супроводжується збільшенням видобутку та споживання вуглеводневої сировини. У зв'язку з цим часто виникає проблема забруднення ґрунтів, поверхневих ґрунтових вод та інших компонентів ландшафтів нафтопродуктами [16, 23].

В Україні найзабрудненішими об'єктами є ґрунти та поверхневі води. У ґрунтах погіршуються агрофізичні та агрохімічні властивості, змінюється кислотно-лужна рівновага, знижується активність ґрунтових ферментів, що здійснюють реакції гідролізу складних сполук і каталізують окисно-відновні реакції, змінюється рухливість Нітрогену, Фосфору, Калію та інших елементів і, отже, їх доступність для рослин. Забруднення відбувається при видобуванні нафти, транспортуванні, під час її зберігання, перероблення, заправки автомобілів, закачування до резервуарів на АЗС, у результаті витоків, аварій, протікань, випарів [8, 15].

Вид нафтопродуктів визначає гранично допустимі концентрації (ГДК) нафтових забруднень у ґрунтах. Встановлено ГДК для бензолу – 0,3 мг/кг, толуолу – 0,3 мг/кг, ксилолу – 0,3 мг/кг. У 2020 році в Україні було визначено величину ГДК загального вмісту нафтопродуктів (НП) у ґрунті на рівні 1000 мг/кг [12].

Відомим та екологічно прийнятним є використання рослин для відновлення забруднених ґрунтів [18, 28]. Їх позитивна роль пов'язана зі здатністю оптимізувати властивості ґрунтів, активувати діяльність мікробних угруповань, і, як наслідок, інтенсифікувати процеси видалення забруднювальних речовин [28].

Міскантус гігантський є перспективною енергетичною культурою, що використовується для ремедіації маргінальних та забруднених земель [25]. Ця рослина демонструє швидке зростання і високу врожайність на ґрунтах різного антропогенного походження і входить до числа рекомендованих біопаливних культур у країнах з обмеженими енергетичними ресурсами. У роботах [26, 27] описується успішне застосування цієї рослини для фіторемедіації та оздоровлення ґрунту.

Перспективним напрямком підвищення родючості ґрунту є внесення біочару (біовугілля), що є твердою фракцією різних сполук, які утворюються за термічного розкладання біомаси в умовах обмеженого надходження кисню або повної його відсутності. Склад і властивості добрива варіабельні та залежать від умов піролізу і типу вихідної сировини – відходи міст, сільського та лісового господарства [30].

Біовугілля впливає на властивості ґрунту за рахунок високого рівня рН, значної питомої поверхні, великої пористості, здатності до катіонного обміну, а також значного вмісту К, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, органічного С тощо [26, 30].

Тому актуальним є питання знешкодження нафтових вуглеводнів, зменшення їх токсичної дії та ремедіації забруднених земель з використанням культури міскантусу і внесення біовугілля.

### Матеріали і методи досліджень

Для проведення експерименту відбирали ґрунт з території агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка відповідно до ДСТУ ISO 11464:2007 [7].

Ґрунт просували до постійної ваги на повітрі та просівали для видалення каміння і залишків рослин (діаметр вічка сита – 3 мм). Для штучного забруднення ґрунту використовували дизельне паливо (ДП) екологічного класу Євро – 4 [4].

Було проведено дві серії досліджень. У першій серії експериментів для вирощування культури міскантусу гігантського використовували ґрунт, штучно забруднений дизельним паливом. Концентрації ДП становили 0; 0,25; 1,0; 3,0 та 5,0 г/кг. Змішування ґрунту з ДП здійснювали в бетономішалці. У виборі концентрацій опиралися на градацію забрудненості ґрунтів, розроблену Ю. І. Піковським (1993) [11], де вказано, що концентрації ДП від 100 до 500 мг/кг вважаються підвищеним фоном, концентрації від 500 до 1000 мг/кг належать до помірного забруднення (низького), від 1000 до 2000 мг/кг – до помірно небезпечного (високого), від 2000 до 5000 мг/кг – до сильного небезпечного забруднення, а понад 5000 мг/кг – до дуже сильного забруднення.

У другій серії досліджень до ґрунту додавали біочар (біовугілля), вміст якого становив 5 %. Для дослідження використовували біочар фірми Amteco (Czech Republic) із мулу (human waste of Brno) [21]. Під час вимішування до суміші ґрунт+біочар додавали такі ж, як у першій серії експерименту, концентрації ДП.

Експеримент проводили у вегетаційних посудинах у теплиці. Дно ємностей заповнювали дренажним матеріалом – керамзитом, масою 1,0 кг, який накривали марлею та зверху засипали річковим піском масою 1,0 кг, який знову накривали марлею. Після цього у вегетаційні посудини засипали підготовлену повітряно-суху ґрунтову суміш масою 8,0 кг.

Вологість субстрату під час експерименту підтримували на рівні 60 % ПВ ваговим методом. Для поливу використовували відстояну водопровідну воду. Для запобігання пересихання ґрунту після висаджування рослин поверхню мульчували піском масою 1,0 кг.

У дослідях використовували міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson and Renvoize) (*M. giganteus*) [9]. Кореневища-ризоми трирічного віку рослин сорту Осінній зорець отримали із плантації у Загребі, Хорватія.

У кожному вегетаційну посудину висаджували дві ризоми міскантусу на глибину 10 см. Повторення варіантів 3-разове. Одночасно було виконано варіанти з ґрунтом та ґрунтом і біочаром без висаджування рослин. Схема експерименту наведена в таблиці.

Таблиця

Схема експерименту

Варіант досліджу	Ґрунт з міскантусом (повторення 1–3)			Ґрунт без міскантуса
	Концентрація нафтопродуктів, г/кг			
	1	2	3	4
1A	0	0	0	0
1B	0,25	0,25	0,25	0,25
1C	1,00	1,00	1,00	1,00
1D	3,00	3,00	3,00	3,00
1E	5,00	5,00	5,00	5,00
	Ґрунт + біочар з міскантусом (повторення 1–3)			Ґрунт + біочар без міскантуса
	1	2	3	4
2A	0	0	0	0
2B	0,25	0,25	0,25	0,25

<i>Продовження таблиці</i>				
2C	1,00	1,00	1,00	1,00
2D	3,00	3,00	3,00	3,00
2E	5,00	5,00	5,00	5,00

Під час росту рослин *M. giganteus* визначали хімічні показники ґрунту, використовуючи стандартні методики. Відбір проб ґрунту здійснювали на початку досліду – сходи рослин (квітень), у середині вегетації міскантусу (червень) та в кінці вегетації культури (вересень). Вміст нітратного та амонійного азоту визначали методом іонселективної потенціометрії відповідно до ДСТУ 4725:2007 [3]. Рухомі форми Фосфору та Калію – методом Чирикова [2]. Обмінну кислотність визначали на іономірі АІ 123 з ґрунтової витяжки (1 М розчин КСl) відповідно до ДСТУ ISO 10390:2001 [6]. Вимірювання вмісту нафтопродуктів у ґрунті здійснювали методом інфрачервоної спектроскопії за допомогою концентратоміру КН-2М (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів).

Статистична обробка даних проводилася за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel.

### Результати досліджень та їх обговорення

Нітроген – один із найважливіших макроелементів, без участі якого неможливий розвиток рослин. Він відповідає за обмін речовин, знаходиться у складі всіх білків, цитоплазми, ядер клітин, амінокислот, хлорофілу, гормонів, вітамінів та інших сполук. Рослини використовують азот у вигляді солей амонію ( $\text{NH}_4^+$ ) та нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ) [1].

Аналіз отриманих результатів показав, що вміст нітратів був практично у два рази вищим у ґрунті, який збагачувався біочаром (рис. 1, 2).

Разом з тим у першій серії дослідів (без внесення біовугілля) було відмічено зменшення кількості нітрат аніонів за час вегетації культури міскантусу від квітня до вересня. Особливо значна утилізація нітратів виявлена за період від червня до вересня, коли їх вміст зменшувався у середньому в 3–5 разів. Найменші концентрації іонів  $\text{NO}_3^-$  було встановлено за підвищеної концентрації ДП (групи С, D і E) (рис. 1).

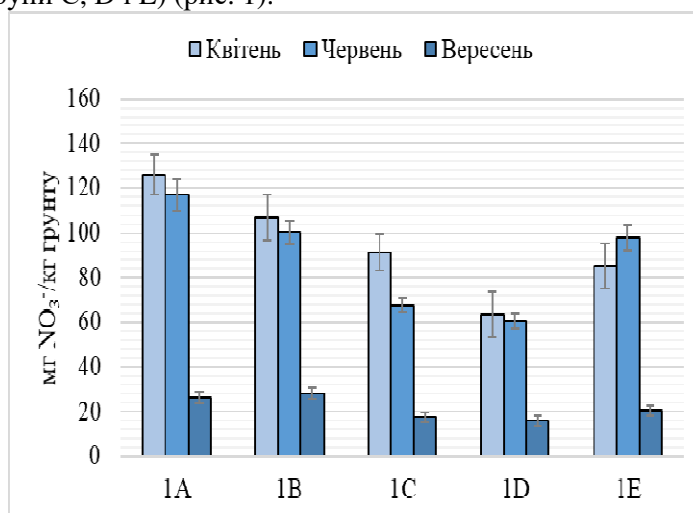


Рис. 1. Динаміка вмісту нітрат іонів у ґрунті під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

*Примітка:* Тут і далі 1A – контроль (без додавання дизельного палива), 1B – 0,25 мг/кг, 1C – 1 мг/л, 1D – 3 мг/л, 1E – 5 мг/л.

Інший характер динаміки вмісту нітратів зафіксовано в другій серії дослідів із додаванням до ґрунту біочару (рис. 2). Було встановлено зростання концентрації нітратів від квітня до червня в середньому в 1,2–1,3 раза. Очевидно, збільшення вмісту  $\text{NO}_3^-$  пов'язане з сорбційними процесами в системі «біочар-ґрунт», наявністю його у добриві, спрямованістю мікробіологічних процесів перетворення сполук Нітрогену тощо. За час червень-вересень

проходило зменшення кількості нітратів. Ця тенденція характерна для різної рослинності через високу доступність для неї  $\text{NO}_3^-$  [1]. Особливо значне використання нітратного Азоту рослинами було відзначено у групах В, С, D, Е, де ґрунт був забруднений ДП. Так, у групі Е вміст іонів  $\text{NO}_3^-$  знижувався у 3,8 рази, що, ймовірно, обумовлено активним використанням Нітрогену для адаптації рослин до токсичного чинника.

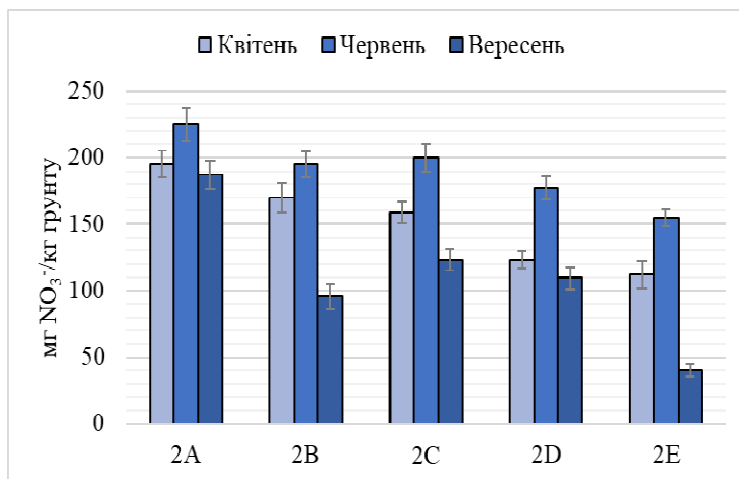


Рис. 2. Динаміка вмісту нітрат іонів у ґрунті з додаванням біочару під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Таким чином, внесення біочару у ґрунт збагачувало його нітратами, які рослини міскантусу гігантського активно асимілювали. Особливо активним поглинання нітрат аніонів було у другій серії експерименту, коли ґрунт+біочар були забруднені ДП.

Амонійний Нітроген, хоч менш доступний рослинам, але необхідний на ранніх стадіях їх розвитку [1]. Аналіз отриманих результатів показав, що кількість амонійного Азоту в ґрунті є на порядок нижчою ніж нітратного (рис. 3, 4). Разом з тим, динаміка концентрації іонів  $\text{NH}_4^+$  носила протилежний характер порівняно з іонами  $\text{NO}_3^-$ . Так, у першій серії досліджень було відмічене пропорційне зростання кількості амонійного Нітрогену від квітня до вересня (рис. 3). Необхідно зазначити, що внесення у ґрунт нафтових вуглеводнів мало впливало на концентрацію катіонів амонію, за винятком групи 1Е, де в період від червня до вересня їх вміст практично не змінювався (рис. 3).

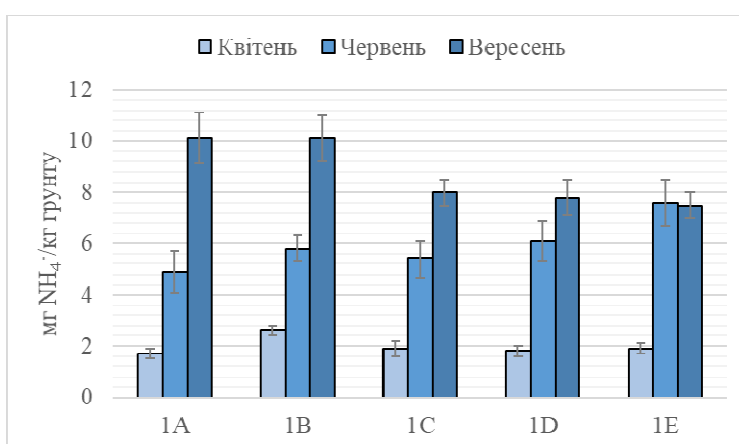


Рис. 3. Динаміка вмісту  $\text{NH}_4^+$  іонів у ґрунті під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Внесення біовугілля в ґрунт суттєво збагатило його амонійним Нітрогеном (рис. 4). Концентрація його зростає у порівнянні з ґрунтом без добрива у 3–4 рази, проте зміна вмісту іонів  $\text{NH}_4^+$  була такою ж, як у першій серії дослідження – кількість катіонів амонію за період



вегетації зростала. Ймовірно, відбуваються процеси амоніфікації, вивільняється Нітроген органічних сполук, у тому числі нафтопродуктів, який перетворюється на амонійну форму завдяки інтенсивній мікробіологічній діяльності [29].

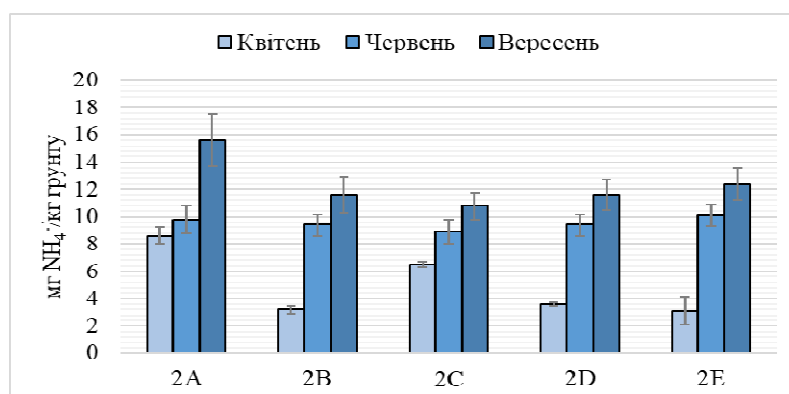


Рис. 4. Динаміка вмісту NH<sub>4</sub><sup>+</sup> іонів у ґрунті з додаванням біочару під час вегетації міскантусу (M±m, n=3).

Отже, вміст NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в обох серіях експерименту постійно зростав до закінчення вегетації. Очевидно, таку динаміку зміни сполуки можна пов'язувати із загально відомим фактом, що амонійний Нітроген засвоюється меншою мірою рослинами, у нашому випадку *M. giganteus*, порівняно з нітратною формою. Також зростання вмісту катіонів амонію може бути додатково викликано діяльністю ґрунтових мікробів у ризосфері рослини, що сприяє накопиченню амонійного Нітрогену в ґрунті [29].

Як показали дослідження вмісту Фосфору в першій серії експерименту (забруднений ґрунт ДП без біочару), його динаміка мала подібний характер із нітратним Азотом. Відмічено зменшення кількості ортофосфат іонів від квітня до вересня. Особливо активно Фосфор засвоювався в період від червня до вересня. Так, його концентрація у ґрунті зменшувалася у групах 1A, 1B, 1C, 1D та 1E у 4,6, 5,7, 4,8, 3,8 та 5,0 разів відповідно (рис. 5).

Зазначене поглинання сполук фосфору можна пояснити тим, що під час росту *M. giganteus* інтенсивно нарощує кореневу систему та активно поглинає поживні речовини [24].

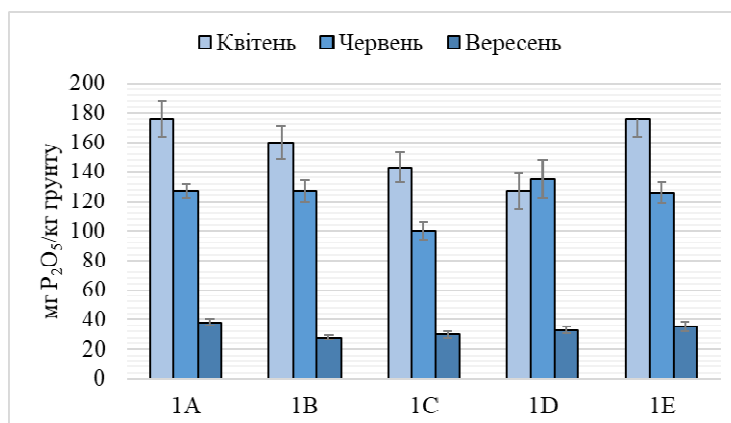


Рис. 5. Динаміка вмісту Фосфору у ґрунті під час вегетації міскантусу (M±m, n=3).

Аналіз результатів другої серії досліджень показав, що в період від квітня до червня було відмічено зростання неорганічного фосфору, що, очевидно, пояснюється активним надходженням його у ґрунт із біовугілля. Особливо помітне збільшення концентрації ортофосфатів було встановлено для груп 2D та 2E, де їх вміст зростав у 3,1 та 1,8 раза. За період від червня до вересня рослини міскантусу гігантського активно поглинали доступні форми елемента, проте, за винятком контрольної групи (2A), концентрація фосфору в ґрунті не

знизилась до показників на початку експерименту, що вказує на його високе надходження із біочару (рис. 6).

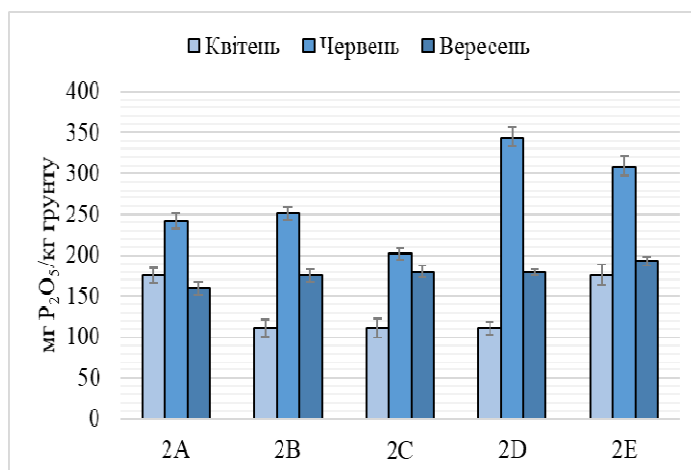


Рис. 6. Динаміка вмісту фосфору у ґрунті з додаванням біочару під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Очевидно, що під час вегетації рослини міскантусу гігантського активно поглинали водорозчинні форми фосфору, особливо у період з червня до вересня, а внесення біочару є суттєвим джерелом цього елемента.

Як показали результати проведених досліджень, вміст Калію у контамінованому ДП ґрунті від квітня до червня знижувався у групах 1A, 1B, 1C, 1D та 1E на 15, 50, 18, 20 та 22 % відповідно (рис. 7). Ще суттєвішим поглинанням калію рослинами *M. giganteus* було за період від червня до вересня, коли вміст даного макроелемента зменшувався в контрольній та дослідних групах на 35, 50, 66, 60 та 32 %, що, очевидно, пов'язано з активним ростом та накопиченням біомаси рослинами.

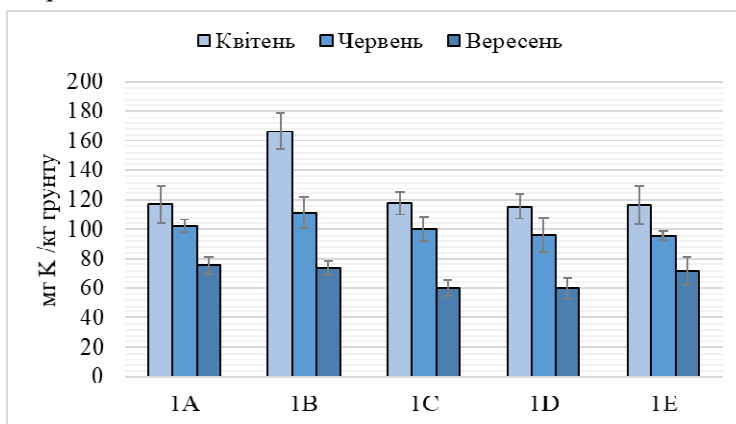


Рис. 7. Динаміка вмісту Калію у ґрунті під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Результати експериментів, коли для вирощування міскантусу використовували ґрунт з додаванням 5 % біочару, були відмінними від першої серії досліджень, хоча вміст калію у квітні був практично однаковим і становив близько 120 мг/кг ґрунту (рис. 8).

Під час росту міскантусу від квітня до червня встановлено незначне зростання вмісту Калію, за винятком групи 2E (вміст ДП максимальний). Очевидно, мало місце з одного боку поглинання іонів  $K^+$  рослинами, а з іншого – переважаюче надходження даного елемента у ґрунтовий розчин з біовугілля. У кінці вегетації виявлено подальше зниження кількості Калію, особливо у групах 2B та 2C, де його кількість зменшилась на 136 та 91 % щодо червня. Разом з тим, у 2E групі поглинання елемента було мінімальним, що може бути пов'язано з пригніченням росту рослин високими концентраціями нафтових вуглеводнів [13, 26].

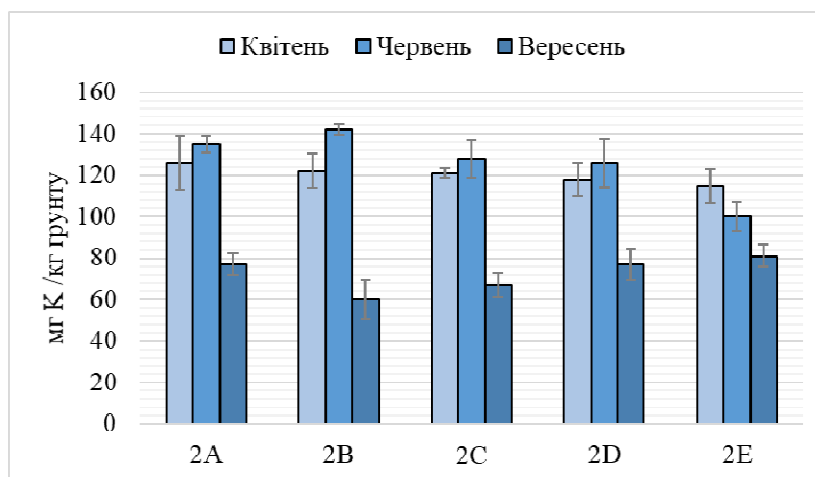


Рис. 8. Динаміка вмісту калію у ґрунті з додаванням біочару під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Необхідно відзначити, що у цілому до ґрунту з біочаром вносилися додаткова кількість Калію, який активно використовувався рослинами. Найменша кількість калію в обох серіях досліджень поглиналася рослинами в Е групі, де вміст ДП у ґрунті був найвищим – 5 г/кг.

Реакція ґрунтового середовища, або рН, є ознакою, від якої багато в чому залежать агрохімічні властивості ґрунтів і ріст рослин. Кислотність виникає через присутність у ґрунтовому розчині та на колоїдах іонів  $H^+$  [22].

Аналіз отриманих результатів показав, що показники рН ґрунту дослідних груп на початку експерименту (квітень) були дещо вищими щодо контролю (рис. 9), що пояснюється відомим можливим ефектом підлучення нафтовим забрудненням [10].

У період від квітня до вересня показники обмінної кислотності, за винятком варіанту 1С, де прослідковується зниження рН, змінювались мало (рис. 9).

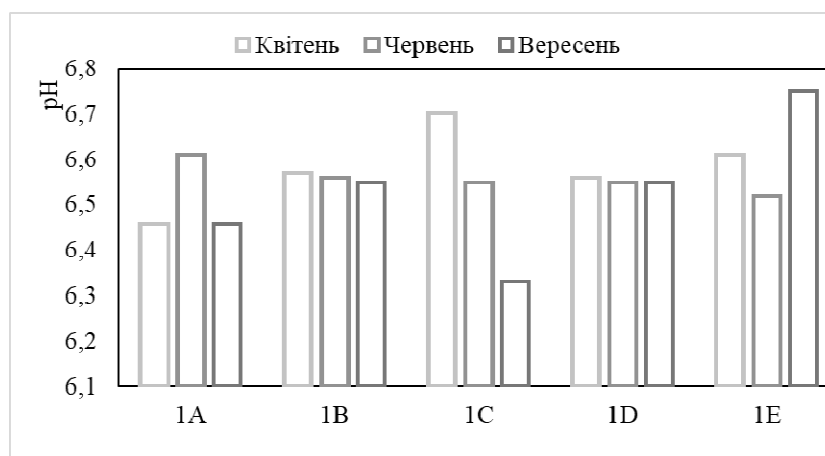


Рис. 9. Динаміка рівня рН у ґрунті під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Біочар вважається добавкою, що оптимізує стан ґрунту, у тому числі його кислотно-основний баланс, стимулює розвиток рослин та їх біопараметри [19]. Як правило, додавання біовугілля в ґрунт призводить до зростання значення рН, збільшення вмісту Карбону та інших поживних речовин [20].

Отримані результати показали, що в другій серії досліджень показники рН ґрунту були в середньому на 0,2–0,3 вищими у порівнянні з першою серією експерименту, що може обумовлюватися насамперед додаванням біочару, а не ДП (рис. 10). Разом з тим, з квітня до вересня під час вегетації рослин відмічалася загальна тенденція до зниження рН у всіх варіантах (А-Е).

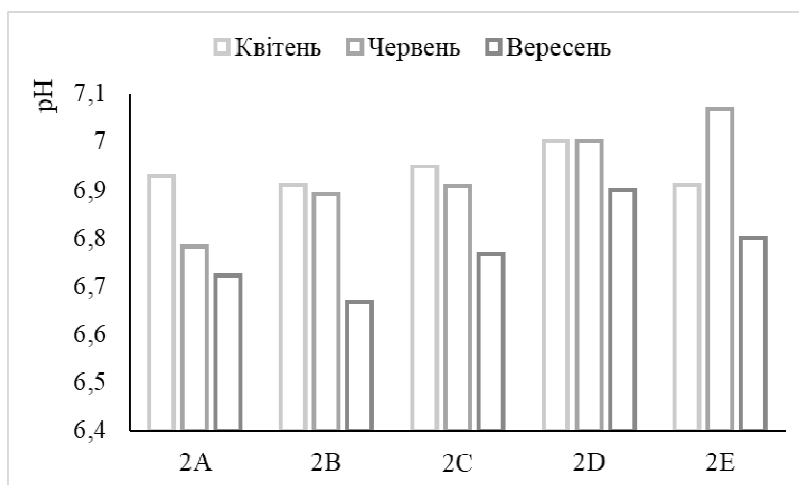


Рис. 10. Динаміка рівня рН у ґрунті з додаванням біочару під час вегетації міскантусу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ ).

Отже, в цілому, додавання біочару сприяло зміщенню кислотно-основної рівноваги в бік залужнення, проте після завершення вегетації міскантусу (вересень) виявлено зниження значення рН сольової витяжки ґрунту.

Після потрапляння у ґрунт нафтопродуктів у його товщі відбувається вертикальне і латеральне (горизонтальне) розділення забруднювача. Нафта і нафтопродукти, будучи багатокомпонентними сумішами, під час внутрішньоґрунтової міграції піддаються диференціації: високомолекулярні компоненти сорбуються у верхньому гумусовому горизонті, а низькомолекулярні надходять у нижні шари через вищу їх розчинність у воді. Таким чином, концентрація смолистих речовин у верхніх горизонтах ґрунту в кілька разів більша, ніж у нижніх генетичних горизонтах. Було встановлено, що на акумуляцію і трансформацію вуглеводнів нафти у ґрунті впливає дуже велика кількість факторів. Зокрема, важливе значення має інтенсивність забруднення, склад самої нафти, гранулометричний склад ґрунту, його вологість, щільність, структурність, рельєф місцевості, температура, рівень засолення ґрунтових вод, тип водного режиму та ін. [17].

У досліді на основі ІЧ-спектроскопії було оцінено вміст нафтопродуктів у ґрунті без біочару (1 серія) та ґрунті з біочаром (2 серія) на початку вегетації (квітень) та в кінці вегетації (вересень) рослин *M. giganteus* (рис. 11, 12).

Аналіз отриманих результатів показав, що вже на початку експерименту додавання біочару до ґрунту обумовлювало зменшення вмісту ДП у варіантах С, D та E, де концентрації нафтових вуглеводнів перевищували ГДК (рис. 11).

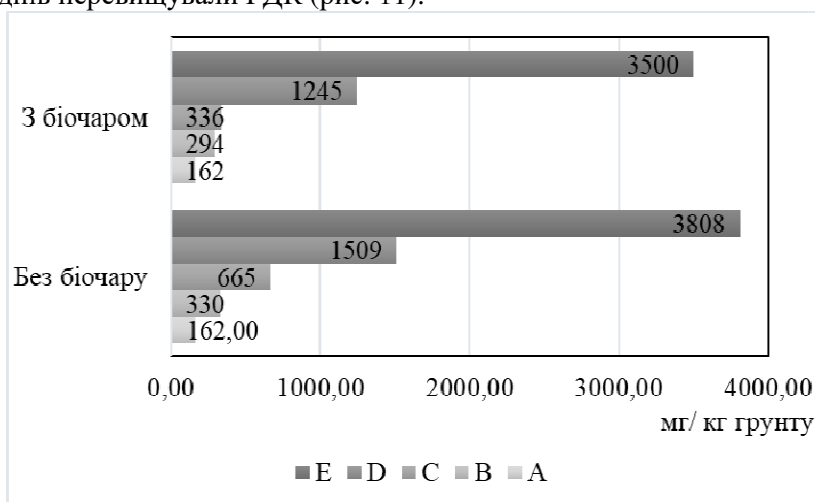


Рис. 11. Вміст ДП у ґрунті на початку експерименту (квітень).

У процесі вегетації міскантусу з квітня до вересня встановлено зниження концентрації нафтопродуктів у ґрунті в середньому в 1,5–1,7 раза (рис. 12). Особливо помітне зменшення кількості ДП було виявлено в Е групі з біочаром – від 3500 до 1650 мг/кг ґрунту.

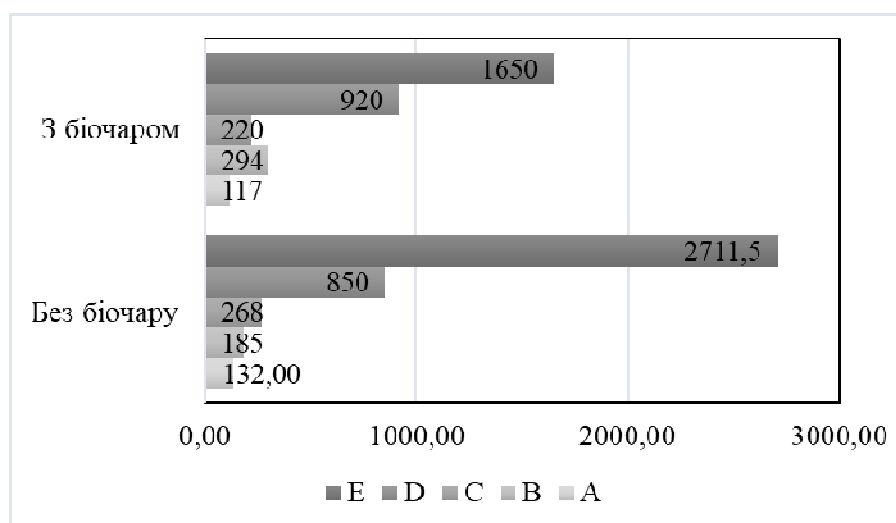


Рис. 12. Вміст ДП у ґрунті в кінці експерименту (вересень).

Процес деградації НП доволі складний і включає низку як хімічних, так і біологічних процесів. Щоб з'ясувати роль міскантусу гігантського у процесах знешкодження ДП, нами було проведено «холостий» експеримент, де ґрунт та ґрунт з біочаром були забруднені НП, але рослин не висаджувались (рис. 13).

Аналіз отриманих результатів виявив, що за відсутності рослин вміст НП у кінці експерименту був вищим у середньому в 1,1–1,3 раза, ніж у ґрунті та ґрунті з біочаром, де вирощувався міскантус.

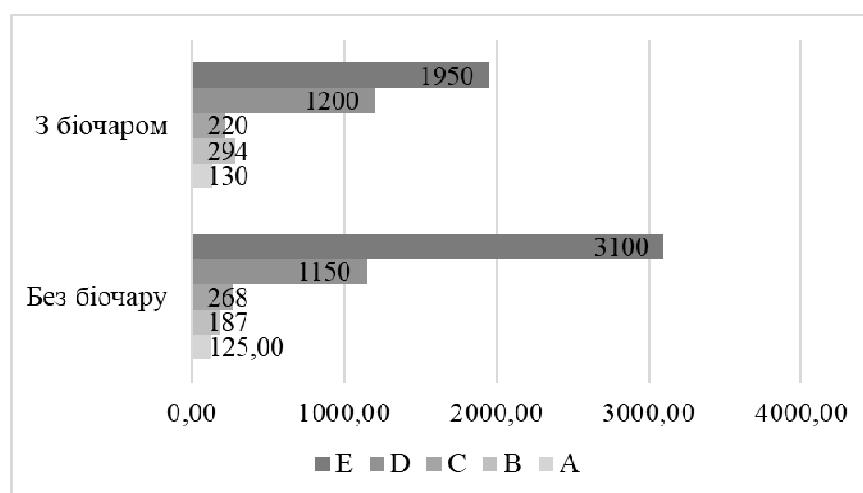


Рис. 13. Вміст ДП у ґрунті без *Miscanthus giganteus* у кінці експерименту («холостий» дослід).

Отже, найбільш помітне зниження кількості нафтопродуктів у ґрунті відбувається за умов додавання біочару та вирощування культури міскантусу, що може ефективно використовуватися для ремедіації земель, які забруднені нафтопродуктами.

#### Висновки

Внесення біочару у ґрунт збагачувало його нітратним Азотом, який рослини активно асимілювали в процесі вегетації. Особливо активним поглинання нітрат аніонів культурою

міскантусу було у другій серії експерименту, коли ґрунт+біочар були забруднені ДП. Вміст  $\text{NH}_4^+$  в обох серіях експерименту зростає протягом вегетації, що, у першу чергу, пов'язано із відомою меншою засвоєвальною здатністю рослинами амонійного азоту, ніж нітратного.

Внесення біочару було суттєвим джерелом Фосфору у ґрунті. Рослини міскантусу гігантського активно поглинали водорозчинні форми цього елемента, особливо в період з червня до вересня.

У ґрунт з біочаром вносилися додаткова кількість Калію, який активно використовувався культурою *M. giganteus*. Найменше Калію в обох серіях досліджень поглиналося рослинами за найвищого (5 г/кг) вмісту дизельного палива в ґрунті.

Внесення в ґрунт нафтопродуктів незначною мірою впливало на зростання обмінної кислотності. Додавання біочару сприяло зміщенню кислотно-основної рівноваги в бік залуження, проте під завершення вегетації міскантусу (вересень) відбувалось зниження рН сольової витяжки ґрунту.

Найзначніше зменшення концентрації дизельного пального у ґрунті відбувається за умов одночасного додавання біочару і вирощування культури міскантусу, що може ефективно використовуватися для ремедіації земель, забруднених нафтопродуктами.

Подяка професору Павлу Шаповалу (Національний університет «Львівська політехніка», Україна) за визначення нафтопродуктів у ґрунті.

1. Ґрунтознавство: підручник / Д. Г. Тихоненко та ін.; за ред. Д. Г. Тихоненка. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.
2. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2002. 12 с.
3. ДСТУ 4725:2007. Якість ґрунту. Визначення активності іонів калію, амонію, нітрату і хлору потенціометричним методом. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 22 с.
4. ДСТУ 7688:2015. Паливо дизельне Євро. Технічні умови. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 16 с.
5. ДСТУ 7861:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером у модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.
6. ДСТУ ISO 10390:2001. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:1994, IDT). [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2003. 14 с.
7. ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
8. Мірошніченко М. М., Фатєєв А. І., Панасенко Є. В., Якушко В. І. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 52–54.
9. Міскантус в Україні : монографія / М. В. Роїк та ін. Київ : ТОВ «ЦП «Компрінт», 2019. 256 с.
10. Панасенко Є. В. Вплив агромеліоративних заходів на відновлення властивостей та родючості нафтозабрудненого чорнозему: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.03. Харків, 2007. 24 с.
11. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М. : Изд-во МГУ, 1993. 208 с.
12. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті: Наказ Міністерства охорони здоров'я України 14 липня 2020 року № 1595. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>.
13. Терек О. І. Механізми адаптації рослин до нафтового забруднення. *Біологічні студії*. 2018. Т. 12, № 3–4. С. 141–164. DOI: <https://doi.org/10.30970/sbi.1203.579>.
14. Тесля А. В., Галактионова Л. В., Васильченко А. С. Оценка степени загрязнения типичных и южных черноземов Предуралья нефтепродуктами. *Вестник ОГУ*. 2013. № 6 (155). С. 92–95.
15. Фесенко І. М., Решетов І. А., Фесенко М. М. Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунті. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2013. С. 36–40.

16. Amellal N., Portal J., Berthelin J., Amellal N. Effect of soil structure on the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons within aggregates of a contaminated soil. *Appl Geochem.* 2001. Vol. 16, № 14. P. 1611–1619. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0883292701000348>.
17. Duarte A., Cachada A., Rocha-Santos T. Soil Pollution: From Monitoring to Remediation. Academic Press, 2017. 313 p.
18. Flathman P. E., Lanza G. R. Phytoremediation: Current views on an emerging green technology. *Journal of Soil Contamination.* 1998. Vol. 7(4). P. 415–432. URL: <https://doi.org/10.1080/10588339891334438>.
19. Houben D., Evrard L., Sonnet P. Beneficial Effects of Biochar Application to Contaminated Soils on the Bioavailability of Cd, Pb and Zn and the Biomass Production of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Biomass Bioenergy.* 2013. Vol. 57. P. 196–204.
20. Luo Y., Lin Q., Durenkamp M., Dungait A., Brookes P. Soil Priming Effects Following Substrates Addition to Biochar-Treated Soils after 431 Days of Pre-Incubation. *Biol Fertil Soils.* 2017. 53 (3). P. 315–326. DOI: 10.1007/s00374-017-1180-6.
21. MA. Announcement of the Ministry of Agriculture Related Requests to the Fertilizers; Ministry of Agriculture: Prague, Czech Republic, 2000. Vol. N474/2000.
22. Manahan S. E. Soil environmental chemistry. Environmental Chemistry: Seventh Edition. Boca Raton : CRC Press LLC, 2000. P. 484–530.
23. Mirsal I. A. Sources of soil pollution. In Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation. Springer Berlin Heidelberg: Berlin/Heidelberg, Germany, 2008. 312 p.
24. Monti A., Zatta A. Root Distribution and Soil Moisture Retrieval in Perennial and Annual Energy Crops in Northern Italy. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2009. Vol. 132. P. 252–259. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880909001108>.
25. Nsanganwimana F., Pourrut B., Mench M., Douay F. Suitability of Miscanthus Species for Managing Inorganic and Organic Contaminated Land and Restoring Ecosystem Services. A Review. *J. Environ. Manag.* 2014. Vol. 143. P. 123–134. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479714002163>.
26. Pidlisnyuk V., Herts A., Khomenchuk V., Mamirova A., Kononchuk O., Ust'ak, S. Dynamic of Morphological and Physiological Parameters and Variation of Soil Characteristics during Miscanthus × giganteus Cultivation in the Diesel-Contaminated Land. *Agronomy.* 2021. 11, Iss. 4, 798. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040798>.
27. Pidlisnyuk V.V., Shapoval P., Zgorelec Z., Stefanovska T., Zhukov O. Multiyear Phytoremediation and Dynamic of Foliar Metal(Loid)s Concentration during Application of Miscanthus giganteus Greef et Deu to Polluted Soil from Bakar, Croatia. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020. 27. P. 31446–31457. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-09344-5>.
28. Schnoor J. L. Phytoremediation of soil and groundwater; Technology Evaluation Report TE-02-01; Groundwater Remediation Technologies Analysis Centre (GWRTAC): Pittsburgh, PA, USA, 2002. 45 p.
29. Técher D., Martinez-Chois C., Laval-Gilly P., Henry S., Bennasroune A., D'Innocenzo M., Falla J. Assessment of Miscanthus ×giganteus for Rhizoremediation of Long Term PAH Contaminated Soils. *Appl. Soil Ecol.* 2012. Vol. 62. P. 42–49. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092913931200162X>.
30. Tomczyk A., Sokolowska Z., Boguta P. Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperature and feedstock kind effects. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2020. 19. P. 191–215. URL: <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09523-3>.

## References

1. Gruntoznavstvo: pidruchnyk / D. H. Tykhonenko ta in.; za red. D. H. Tykhonenka. Kyiv : Vyshcha osvita, 2005. 703 s. [in Ukrainian]
2. DSTU 4115:2002. Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliuu za modyfikovanyim metodom Chyrykova. [Chynnyi vid 2003-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2002. 12 s. [in Ukrainian]
3. DSTU 4725:2007. Yakist gruntu. Vyznachannia aktyvnosti ioniv kaliuu, amoniiu, nitratu i khloru potentsiometrychnym metodom. [Chynnyi vid 2008-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 22 s. [in Ukrainian]
4. DSTU 7688:2015. Palyvo dyzelne Yevro. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2016-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2015. 16 s. [in Ukrainian]
5. DSTU 7861:2015. Yakist gruntu. Vyznachennia obminnykh kaltsiiu, mahniuu, natriuu i kaliuu v grunti za Shollenberherom u modyfikatsii NNTs IHA imeni O. N. Sokolovskoho [Chynnyi vid 2016-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2016. 12 s. [in Ukrainian]

6. DSTU ISO 10390:2001 Yakist gruntu. Vyznachannia rN (ISO 10390:1994, IDT). [Chynnyi vid 2003-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhstandart Ukrainy, 2003. 14 s. [in Ukrainian]
7. DSTU ISO 11464:2007 Yakist gruntu. Poperednie obroblennia zrazkiv dlia fizyko-khimichnoho analizu (ISO 11464:2006, IDT). [Chynnyi vid 2009-10-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. 12 s. [in Ukrainian]
8. Mirosnychenko M. M., Fatieiev A. I., Panasenko Ye. V., Yakushko V. I. Zminy rodiuchosti gruntu pry vuhlevodnevomu zabrudnenni. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. № 10. S. 52–54. [in Ukrainian]
9. Miskantus v Ukraini : monohrafiia / M. V. Roik ta in. Kyiv : TOV «TsP «Komprint», 2019. 256 s. [in Ukrainian]
10. Panasenko Ye. V. Vplyv ahromelioryatyvnykh zakhodiv na vidnovlennia vlastyvostei ta rodiuchosti naftozabrudnenoho chornozemu: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.03. Kharkiv, 2007. 24 s. [in Ukrainian]
11. Pikovskij Ju. I. Prirodnye i tehnogennye potoki uglevodorodov v okruzhajushhej srede. M. : Izd-vo MGU, 1993. 208 s. [in Russian]
12. Pro zatverdzhennia Hihienichnykh rehlamentiv dopustymoho vmistu khimichnykh rehovyn u gruntii: Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy 14 lypnia 2020 roku № 1595. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>. [in Ukrainian]
13. Terek O. I. Mekhanizmy adaptatsii roslyn do naftovoho zabrudnennia. *Biologichni studii*. 2018. T. 12, № 3–4. S. 141–164. DOI: <https://doi.org/10.30970/sbi.1203.579>. [in Ukrainian]
14. Teslia A. V., Halaktyonova L. V., Vasylchenko A. S. Otsenka stepeny zahriazneniya tipychnykh y yuzhnykh chernozemov Preduralia nefteproduktamy. *Vestnyk OHU*. 2013. №6 (155). S. 92–95. [in Russian]
15. Fesenko I. M., Reshetov I. A., Fesenko M. M. Otsinka ta kontrol vplyvu vidkhodiv burinnia naftohazovykh sverdlovyn na grunty. *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti*. 2013. S. 36–40. [in Ukrainian]
16. Amellal N., Portal J., Berthelin J., Amellal N. Effect of soil structure on the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons within aggregates of a contaminated soil. *Appl Geochem*. 2001. Vol. 16, № 14. P. 1611–1619. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0883292701000348>.
17. Duarte A., Cachada A., Rocha-Santos T. Soil Pollution: From Monitoring to Remediation. Academic Press, 2017. 313 p.
18. Flathman P. E., Lanza G. R. Phytoremediation: Current views on an emerging green technology. *Journal of Soil Contamination*. 1998. Vol. 7 (4). P. 415–432. URL: <https://doi.org/10.1080/10588339891334438>.
19. Houben D., Evrard L., Sonnet P. Beneficial Effects of Biochar Application to Contaminated Soils on the Bioavailability of Cd, Pb and Zn and the Biomass Production of Rapeseed (*Brassica Napus* L.). *Biomass Bioenergy*. 2013. Vol. 57. P. 196–204.
20. Luo Y., Lin Q., Durenkamp M., Dungait A., Brookes P. Soil Priming Effects Following Substrates Addition to Biochar-Treated Soils after 431 Days of Pre-Incubation. *Biol Fertil Soils*. 2017. 53 (3). P. 315–326. DOI: 10.1007/s00374-017-1180-6.
21. MA. Announcement of the Ministry of Agriculture Related Requests to the Fertilizers; Ministry of Agriculture: Prague, Czech Republic, 2000. Vol. N474/2000.
22. Manahan S. E. Soil environmental chemistry. Environmental Chemistry: Seventh Edition. Boca Raton : CRC Press LLC, 2000. P. 484–530.
23. Mirsal I.A. Sources of soil pollution. In Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation. Springer Berlin Heidelberg: Berlin/Heidelberg, Germany, 2008. 312 p.
24. Monti A., Zatta A. Root Distribution and Soil Moisture Retrieval in Perennial and Annual Energy Crops in Northern Italy. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2009. Vol. 132. P. 252–259. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880909001108>.
25. Nsanganwimana F., Pourrut B., Mench M., Douay F. Suitability of Miscanthus Species for Managing Inorganic and Organic Contaminated Land and Restoring Ecosystem Services. A Review. *J. Environ. Manag.* 2014. Vol. 143. P. 123–134. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479714002163>.
26. Pidlisnyuk V., Herts A., Khomenchuk V., Mamirova A., Kononchuk O., Ust'ak, S. Dynamic of Morphological and Physiological Parameters and Variation of Soil Characteristics during Miscanthus × giganteus Cultivation in the Diesel-Contaminated Land. *Agronomy*, 2021. 11, Iss. 4, 798. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040798>.
27. Pidlisnyuk V.V., Shapoval P., Zgorelec Z., Stefanovska T., Zhukov O. Multiyear Phytoremediation and Dynamic of Foliar Metal(Loid)s Concentration during Application of *Miscanthus giganteus* Greef et Deu to Polluted Soil from Bakar, Croatia. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020. 27. P. 31446–31457. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-09344-5>.



28. Schnoor J. L. Phytoremediation of soil and groundwater; Technology Evaluation Report TE-02-01; Groundwater Remediation Technologies Analysis Centre (GWRTAC): Pittsburgh, PA, USA, 2002. 45 p.
29. Técher D., Martinez-Chois C., Laval-Gilly P., Henry S., Bennisroune A., D’Innocenzo M., Falla J. Assessment of *Miscanthus x giganteus* for Rhizoremediation of Long Term PAH Contaminated Soils. *Appl. Soil Ecol.* 2012. Vol. 62. P. 42–49. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092913931200162X>.
30. Tomczyk A., Sokolowska Z., Boguta P. Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperature and feedstock kind effects. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2020. 19. P. 191–215. URL: <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09523-3>.

V. O. Khomenchuk, A. I. Herts, O. B. Kononchuk, N. V. Herts

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

#### USE OF BIOCHAR AND GIANT MISCANTHUS (*MISCANTHUS GIGANTEUS*) FOR REMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED BY PETROLEUM PRODUCTS

The dynamics of changes in the chemical composition of soils contaminated with oil products during the vegetation of *Miscanthus giganteus*, as well as under the conditions of adding biochar (biochar) were studied. The possibility of using the culture of *Miscanthus* giant and biochar for soil remediation under conditions of oil pollution was analyzed. It was shown that the introduction of biochar into the soil enriched it with nitrate nitrogen, which was actively assimilated by giant miscanthus plants during the growing season. The absorption of nitrate anions by plants was especially active in the second series of the experiment, when the soil + biochar was contaminated with diesel fuel. It was established that the content of  $\text{NH}_4^+$  ions in both series of the experiment increased until the end of the growing season. Obviously, ammonium nitrogen is absorbed to a lesser extent by *M. giganteus* plants, compared to nitrate. The increase in ammonium content can be additionally caused by the activity of soil microbes in the rhizosphere of plants, which contributes to the accumulation of ammonium nitrogen in the soil. It has been shown that miscanthus plants actively absorbed water-soluble forms of phosphorus, especially in the period from June to September. The application of biochar was a significant source of phosphorus, although its release into the soil is a rather slow process. It was determined that additional amounts of potassium were added to the soil with biochar, which was actively used by the *M. giganteus* culture. The minimum amounts of potassium in both series of studies were absorbed by plants of E groups, where the content of diesel fuel in the soil was the highest. The introduction of petroleum products had a minor effect on the value of exchangeable acidity. The addition of biochar contributed to the shift of the acid-base balance in the direction of alkalinity, but after the end of the miscanthus vegetation (September), a decrease in the pH of the saline extract of the soil was noted. It is shown that the most noticeable decrease in the concentration of diesel fuel in the soil was noted under the conditions of adding biochar and after growing miscanthus, which can be effectively used for the remediation of lands contaminated by oil products.

*Key words:* soil, chemical composition, remediation, miscanthus, petroleum products.

Надійшла 07.12.2022.

Г. В. ЧВАЛЮК, В. В. ГРУБІНКО, Г. Б. ГУМЕНЮК, О. Б. МАЦЮК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027  
e-mail: v.grubinko@gmail.com

## **«ЯК ВІЙНА ЗНИЩУЄ ЕКОЛОГІЮ УКРАЇНИ»**

Наведено огляд матеріалів від початку широкомасштабного вторгнення російських військ на територію України, включно західних областей, а також оцінка і пропозиції здійснення заходів для пом'якшення наслідків забруднення. Оскільки очікується значне хімічне забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів, природоохоронних територій, важливо і після війни подбати про ефективну систему моніторингу стану довкілля, яка б дозволила підсумувати реальний обсяг завданої шкоди довкіллю, аби вжити найефективніших заходів, уникнути подальшого погіршення ситуації та щоб відновити екосистеми до безпечного стану як для людини, так і для дикої природи. Відповідно до Женевської конвенції злочини проти довкілля відносяться до категорії військових злочинів і класифікуються як екоцид. Міндовкіллям спільно з ОБСЄ підготовлено проєкт рамкового закону «Про хімічну безпеку». Розроблення такого документу було включено у Програму діяльності Кабінету Міністрів України та План пріоритетних дій Уряду. Саме тому дослідження сфокусоване одночасно як на оцінці завданої шкоди, так і на проблемах притягнення до відповідальності за екологічну шкоду, спричинену воєнними діями. Акцентуючи проблему притягнення росії як держави-агресора до відповідальності за заподіяну шкоду навколишньому середовищу України, потрібно створити спеціальну комісію в рамках ООН, а також посилити національні правові механізми ухваленням законів «Про відшкодування шкоди, заподіяної Україні агресією російської федерації» і «Про кримінальне покарання фізичних осіб за злочин агресії, злочини проти людяності та воєнні злочини, скоєні під час агресії росії проти України». Окремо доведено необхідність розроблення методики документування та оцінки збитків, заподіяних навколишньому середовищу в результаті бойових дій. Така методика має передбачати складання актів із зазначенням числа і розмірів вибоїн, залишків частин боєприпасів і рівня забруднення ними довкілля, протяжності траншей, шкоди від пожеж тощо. Доцільно скласти мапу територій, постраждалих від воєнних дій, а при визначенні масштабу шкоди навколишньому середовищу враховувати як джерело забруднення мінне забруднення, а також розмір витрат на розмінування території. Певні рекомендації, спрямовані на вдосконалення національної політики в сфері природокористування, захисту довкілля за умов збройного конфлікту, адресовані Міністерству екології та природних ресурсів, Міністерству оборони, керівництву військово-цивільних адміністрацій.

*Ключові слова:* екоцид, довкілля, вода, забруднення, важкі метали, пестициди війна, Україна.

Життя українців порушило вторгнення росії. Помітними є екологічні наслідки з боку російської армії, які додаються до вже існуючої загрози глобального потепління вже понад 9 місяців. Російська зброя завдає шкоди не лише українському народу та природним благам країни, а й значним чином завдає шкоди екосистемі та клімату Землі.

План відновлення України повинен включати заходи з відновлення та збереження екосистем, а до планів із відбудови населених пунктів потрібно включати природоорієнтовані рішення та заходи з адаптації до зміни клімату. Україні важливо створити фундаментальні засади для управління хімічною безпекою.

Війна, як визначають науковці, є спланована дія людини, направлена на заподіяння великої шкоди іншій, з метою заволодіння відповідною територією останньої. Варто зазначити, що удар у військових баталіях, зазвичай, був направлений безпосередньо проти ворожих військ і наслідки впливу на довкілля не враховувалися. Водночас, концепція ведення війни шляхом знищення середовища, у якому проживає противник, не нова. Тактика «випаленої землі» використовувалася ще здавна. Перші наукові дослідження щодо нищівного впливу військових

дій на навколишнє середовище були представленні в кінці 60-х на початку 70-х років минулого століття. Факти хижацького знищення природи у В'єтнамі, Лаосі, Камбоджі військами США започаткували новий термін «екоцид», який змістово наближений до поняття «геноцид». Наукове пояснення терміну полягає в тому, що військові дії з використанням засобів масового ураження, здійснювані США в Індокитаї, призвели до незворотних негативних наслідків для всіх форм життя на цій території [12].

Екологічні наслідки війни росії в Україні будуть відчутними впродовж десятиліть. Відповідно до Женевської конвенції злочини проти довкілля віднесені до категорії військових злочинів, оскільки «заборонено використовувати методи чи засоби ведення війни, які мають на меті завдати чи можуть спричинити широкомасштабну, тривалу та серйозну шкоду природному середовищу» [10]. Використання цих методів можна класифікувати як **екоцид**. Ті дії, які називаються екоцидом, ставлять питання про те, як може виглядати правовий інструмент кліматичної підзвітності. Росія повинна відповідати за всі вчинені злочини, включаючи злочини проти довкілля, перед міжнародним судом, який визнає насильство проти довкілля злочином. Слід також звернути увагу і на те, що масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу, підпадає поняттю – екоцид. Воно є кримінально караним діянням як в українському, так і в міжнародному праві. Цей термін «екоцид» міжнародним юристам у 2021 році презентувала фундація Stop Ecocide [10].

Екоцид визнано міжнародним злочином на рівні з воєнним злочином, злочином проти людяності, геноцидом і злочином агресії. В ГО «Екодія» переконані, що екоцидом може вважатись і захоплення Чорнобильської та Запорізької АЕС, обстріли інфраструктурних об'єктів, підприємств промисловості, що можуть спричинити забруднення довкілля, забруднення повітря, ґрунтів, акваторії Чорного та Азовського морів, підземних і наземних вод. Станом на 7 квітня ГО «Екодія» збила дані про 138 злочинів проти довкілля. Весь цей список можна поділити на категорії: енергетична безпека, пошкодження промислових об'єктів, ядерна небезпека, вплив на екосистеми та інше – те, що трапилося внаслідок військових дій (наприклад, через підірвання мосту відбувається забруднення водойми).

Термін «екоцид» описує руйнування довкілля загалом, але мова йде не лише про виявлення злочинів проти довкілля як таких. Існують міжнародні ініціативи, такі як «Stop Ecocide International», які наполягають на тому, щоб міжнародні суди включили до Римського статуту екоцид як п'ятий злочин поряд з геноцидом, злочинами проти людства, військовими злочинами та злочинами агресії. Екоцид ще не визначено в міжнародному праві, але кілька країн, включаючи Україну, а також росію, визнали його злочином у своїх кордонах. Проте злочинні дії росіян, зокрема напади на ядерні об'єкти, вважаються військовими злочинами відповідно до Римського статуту, порушують Додатковий протокол 1 Женевської конвенції 1949 року та декілька міжнародних гуманітарних законів та угод, наприклад, Міжнародну конвенцію Придушення актів ядерного тероризму.

Мета нашого дослідження полягала в оцінці й прогнозуванні змін екологічного стану території України в умовах впливу бойових дій.

Об'єктом дослідження обрано навколишнє природне середовище в межах території України, а предметом – вплив результатів бойових військових дій на екологічний стан території нашої держави.

Зважаючи на зафіксовані нищівні злочини росії-агресора, імовірно, що вони створили прецедент для визначення та імплементації екоциду в міжнародному праві. Із руйнуванням екосистеми України та загрозою всьому світу злочини мають міжнародно-правовий вимір і Росія має відповідати за них. Це збитки для всього європейського континенту. Бойові дії забруднюють повітря, гублять водоймища та знищують ґрунт. У перспективі війна навіть здатна змінити погоду – наприклад, спричинити кислотні дощі.

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

Шкода від забруднення повітря вже сягає 923 млрд грн; ґрунтів і земель – понад 138 млрд. 40 українських нафтобаз знищено внаслідок ракетних ударів – через пожежі в атмосферу потрапило понад 499 тисяч тонн токсичних речовин. Для порівняння: за 2021 рік викиди в

атмосферне повітря становили приблизно 2,2 млн тонн. Нині маємо цифру 46 млн тонн [23]. Упродовж пів року по Україні вже випущено 3,5 тисячі ракет, а все це – токсичні викиди, забруднення ґрунтів та багато іншого. Майже третина територій країни потребує розмінування.

Відходи війни в Україні вже набули таких масштабів, яких на Європейському континенті не існувало з часів Другої світової війни. Сотні тисяч тонн відходів руйнації забруднюють територію України, впливаючи у тому числі на клімат. Лише від знищеної російської техніки на нашій землі накопичено понад 325 000 тонн відходів. А маємо сьогодні ще і відходи руйнації житлової та транспортної інфраструктури. Лише на деокупованих територіях Київської, Чернігівської та Сумської областей від руйнувань будівель та споруд через дії РФ утворилося близько 15,2 млрд тонн відходів. В Україні знищено понад 200 тисяч легкових і вантажних автомобілів, які зараз складено в спеціально відведених місцях [8].

Щодо найшкідливіших наслідків бойових дій, то на першому місці – хімічне забруднення від ракетного палива, яке псує ґрунт та водні артерії. Друге – пожежі, які знищують верхній родючий шар ґрунту. Як результат – втрата врожайності, деградація земель. Третє – «відходи війни». Тобто нерозірвані снаряди та уламки від них, транспорт, що згорів, і військова техніка, акумулятори і, звичайно, руїни будівель. Все це відходи, які залишаються у містах, селищах, лісах, полях, пляжах та у воді після бойових дій.

Військова агресія на території України спричинила безліч масштабних руйнувань та катастроф. До їх числа належить незліченна кількість жертв серед цивільного населення, у тому числі дітей; серйозна шкода для економіки та інфраструктури нашої країни; екологічні ризики для довкілля та природної спадщини України. На жаль, вищезазначене є далеко неповним списком наслідків, які ще довгі роки будуть відлунням цієї війни.

Збитки довкіллю від російського нападу є величезними і зростають. Обстріли промислових об'єктів з потенційним викидом токсичних відходів становлять не меншу небезпеку, аніж самі військові дії: розливи палива, понижене обладнання, забруднення від розгрому військової техніки та відпрацьованої зброї, а також розірвані ракети та авіабомби – все забруднює повітря, ґрунт, підземні і поверхневі води хімічними речовинами та важкими металами. На території України від початку війни вже було запущено понад 2400 ракет, знищено близько 5000 одиниць російської військової техніки різних типів [4, 10, 15, 17, 18, 22]. Тисячі ворожих танків і бронемашин забруднюють землю паливно-мастильними матеріалами, а спалена техніка продовжує завдавати шкоду як металобрухт [35]. Все це становить канцерогенне сміття, що накопичується.

В процесі обстрілів і бомбардувань міст та інфраструктури ворожими військами, завдається значної шкоди системам водопостачання, водовідведення та комунікаціям. Як наслідок, це становить загрозу водопостачанню прісної води, спричиняє забруднення річок, що є джерелами для промислових, комунальних підприємств та окремих домогосподарств [13]. Зруйновано багато водно-болотних угідь [17].

Сучасними методами ведення воєнних дій росія грубо порушує всі норми міжнародного права. Злочини проти довкілля є частиною воєнних злочинів. Відповідно до пунктів 1 і 2 статті 55 Додаткового протоколу до Женевських конвенцій (учасницями якої є Україна та росія) про захист жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I) від 8.06.1977 року збройним силам «заборонено застосовувати методи або засоби ведення воєнних дій, які мають на меті завдати або, як можна очікувати, завдадуть широкомасштабної, довготривалої і серйозної шкоди природному середовищу», вони повинні дотримуватися обмежень і принципів, що спрямовані на захист довкілля. Тобто, таким чином захищається здоров'я та життя населення, – забороняється використання методів або засобів ведення війни, які можуть створити загрозу. Женевські конвенції також забороняють військам спричинити шкоду довкіллю в якості помсти [13, 16].

За Римським статутом, яким керується Міжнародний кримінальний суд, злочином (рис. 1) вважається навмисне і беззмістовне руйнування довкілля – а саме так чинить росія, атакуючи українські атомні станції, заводи і склади, що здійснюють й викидають в атмосферу небезпечні речовини. Це ж відноситься й до очисних споруд, функцією яких є фільтрація забрудненої води [7].



Рис. 1. Кількість екологічних злочинів внаслідок російської агресії.

Таких потенційно небезпечних об'єктів для нападів агресора на сьогодні Державний реєстр налічує більше ніж 23 тисячі, 2987 з них – це склади, у яких зберігаються високотоксичні пестициди [17].

Внаслідок воєнного вторгнення та пошкодження інфраструктури вже виник значний перелік загроз і викликів: відбувається локальне (але значне за своїми наслідками) забруднення підземних і поверхневих вод внаслідок масштабних розливів нафтопродуктів із підірваних резервуарів, від знищеної техніки та інших бойових дій; катастрофічно зростає вірогідність руйнування хвостосховищ, шламосховищ, сміттєзвалищ, що загрожує забрудненням водою та надзвичайними ситуаціями в регіонах [10].

#### **Хімічне забруднення від обстрілів і ракет**

Росія атакувала різні склади боєприпасів, намагаючись виснажити українські запаси. Такі вибухи та подальше розповсюдження залишків боєприпасів можуть також створювати гострі та хронічні ризики для здоров'я від впливу навколишнього середовища. Зростаюча кількість наукової літератури, військового аналізу з полігонів і дослідження гуманітарних саперів проливають світло на ризики, пов'язані з важкими металами, пов'язаними з боєприпасами, енергетичними сполуками, такими як тротил, гексогенний діоксид, ракет і паливом від них [38].

Ракетні обстріли призводять до масштабних пожеж на об'єктах критичної інфраструктури, спричиняють забруднення навколишнього середовища, у такий спосіб зменшуючи популяції видів рослин та тварин [11].

За інформацією моніторингу, який проводить Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, наразі зафіксовані такі екозлочини:

- пошкодження ядерних об'єктів та потенційна загроза радіаційної та ядерної безпеки;
- знищення та пошкодження інфраструктурних та промислових об'єктів, які призвели до значних забруднень;
- поява так званого military waste через активні бойові дії, хімічне забруднення;
- знищення заповідників та інших спеціально охоронюваних територій;
- мінування та забруднення водних шляхів [22].

Проаналізувавши найновішу інформацію з відкритих джерел щодо нанесених ворогом ударів, було створено таблицю, у якій подана зведена інформація щодо пошкодження

## ЕКОЛОГІЯ

інфраструктурних, промислових та військових об'єктів на території західних областей України від початку російського воєнного вторгнення (таблиця).

Таблиця

Знищення та пошкодження інфраструктурних, промислових та військових об'єктів, які потенційно призвели до значних забруднень

Дата	Вид пошкодження
24 лютого	У Коломиї по території аеродрому випущено дві ракети. Внаслідок обстрілу постраждали дві цивільні жінки і троє військових [33].
24 лютого	Росіяни обстріляли аеродром в Івано-Франківську. Внаслідок влучання ракети у склад із паливом виникла пожежа. Ніхто з людей не постраждав [33].
24 лютого	Російські війська обстріляли три військові частини на Львівщині – у містах Броди, Новому Калинові Самбірського району (у Новому Калинові дислокується 12-та окрема бригада армійської авіації) та с. Батятичі біля Кам'янки-Бузької [31].
11 березня	Російські окупанти вдруге обстріляли аеропорт Івано-Франківська [28].
13 березня	Російські окупаційні війська третій раз обстріляли аеропорт Івано-Франківська. Інфраструктура аеропорту практично зруйнована, жертв немає [29].
13 березня	Російські війська обстріляли Яворівський полігон за 30 км від Львова. Росіяни випустили близько 30 крилатих ракет, 8 із яких вдарили по території Міжнародного центру миротворчості та безпеки. У тому числі 1 крилата ракета влучила у військову частину біля Яворівського полігону. На території частини виникла пожежа [32].
18 березня	Унаслідок ракетного обстрілу російськими військами міста Львова декілька ракет влучило у майновий комплекс Державного підприємства «Львівський державний авіаційно-ремонтний завод». У результаті знищено будівлі заводу. Можливе забруднення атмосферного повітря та земельних ресурсів небезпечними речовинами [11].
3 квітня	В Тернопільській області уламки ворожої крилатої ракети пошкодили 6 резервуарів з мінеральними добривами з аміаком. Відбувся витік хімікатів. У відібраних пробах, перевірених Тернопільським лабораторним центром МОЗ, виявили перевищення рівня аміаку в ґрунті та річці Іква. Населення було попереджене про хімічне забруднення, вилов риби заборонено [19].
18 квітня	Російські війська завдали ракетних ударів по складах, які не використовувались, та станції технічного обслуговування у Львові. Унаслідок пожежі сталося забруднення атмосферного повітря та земельних ресурсів небезпечними речовинами [6].
15 травня	Росіяни атакували військовий об'єкт, що розташований за 15 км від кордону з Польщею. Чотири ракети ворога влучили в об'єкт військової інфраструктури у Яворівському районі. Об'єкт повністю зруйнований [30].
17 травня	На Львівщині ворог обстріляв об'єкт військової інфраструктури поблизу кордону з Польщею – Яворівський район Львівщини [21].
11 червня	Російські військові завдали ракетного удару по м. Чортків, що на Тернопільщині. Відомо про пожежу на газопроводі та знищену інфраструктуру – один із ракетних ударів влучив у газову трубу, тому по всьому місту відразу вимкнули газ, часткове руйнування військового об'єкту, а також 4 будинків (у будинках повибивало вікна), на об'єкті, у який влучили окупанти, не було жодної зброї. Загалом по місту росіяни з акваторії Чорного моря випустили 4 ракети [26, 27].
14 червня	Над Золочевом Львівської області сили ППО збили ракету. Внаслідок падіння уламків ракети пошкоджені зазнали 26 об'єктів цивільної інфраструктури – зокрема цегельня, постраждали четверо людей [19, 36].
14 червня	Сили протиповітряної оборони спрацювали по кількох ракетах над Тернопільською областю [19].
14 червня	У Хмельницькій області уламки ракети впали в полі, пошкоджені не зафіксовано [19].
14 червня	Окупанти випустили ракети по західній частині нашої країни. Їх збили у небі над Чернігівською, Львівською, Хмельницькою та Тернопільською областями [25].
14 червня	Сили протиповітряної оборони збили російську крилату ракету в Івано-Франківській області [34].
2 серпня	Влучання ракет у військовий об'єкт у Вінницькій області [14].

Воєнні дії також призводять до забруднення атмосферного повітря, земель і водних ресурсів шкідливими речовинами по всій Україні [22].

Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), водяна пара (H<sub>2</sub>O), бурий газ (NO), закис нітрогену (N<sub>2</sub>O), діоксид нітрогену (NO<sub>2</sub>), формальдегід (CH<sub>2</sub>O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N<sub>2</sub>), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції [24].

Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Основні з них – вуглекислий газ і водяна пара – не є токсичними, а шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки обидва є парниковими газами. В атмосфері оксиди сульфуру та нітрогену можуть спричинити кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин, до яких особливо чутливі хвойні. Кислотні дощі мають негативний вплив і на організм людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових тканин та органів дихання [24].

Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля, також не є безпечними та цілковито інертними. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь. Ці речовини потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод – у результаті можуть потрапляти до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей [24].

У менших масштабах (але з більшою різноманітністю впливів) джерелом забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій [24].

Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається унаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. У ґрунтах, просочених паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Унаслідок цього погіршується водний, повітряний режими та колообіг поживних речовин, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель [24].

Державна екологічна інспекція оприлюднила результати дослідження проб поверхневої води у річці Іква на Рівненщині, яка була забруднена вище течії внаслідок пошкодження уламками російської ракети резервуару з міндобривами на півночі Тернопільщини [5].

Згідно з результатами розгорнутого аналізу, відхилення від норм показали проби води у двох точках відбору: по амонію – в 163 рази біля с. Берез; по нітратах – в 7 разів біля с. Сапановчик; по нітратах – в 49,7 рази біля с. Сапановчик; загальному залізу – в 7,4 рази біля с. Берез; біологічному споживанню кисню – в 1,9 рази біля с. Сапановчик Кременецького району Тернопільської області [5].

Кожна пожежа на нафтобазі також стає техногенною катастрофою [35].

Згідно з підрахунками, під час горіння нафти та нафтопродуктів (до прикладу пожежа на нафтобазі з кількома резервуарами) у повітря викидається приблизно стільки ж атмосферного забруднення, скільки виробляє весь автотранспорт м. Києва упродовж місяця [35].

Уже десятки разів окупаційні війська вцілили у автозаправки і нафтобази, що спричиняло пожежі зі стовпами чорного токсичного диму, які не так легко швидко загасити [35].

За даними «Екодії» й Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України дізнаємось й про інші злочини, скоєні росією на території України. Серед найбільш резонансних – витік аміаку на підприємстві Сумихімпром, який трапився 21 березня. І хоч до Сум отруйна хмара не дійшла, жителі н/п Новоселиця сильно ризикували (не можна було виходити з будівель, вікна мали залишатись зачиненими). Уже двічі рашисти влучили в цистерну з азотною кислотою у Рубіжному на Луганщині. Викиди азотної кислоти та її парів загрожують людям і тваринам опіками слизових оболонок. 3 березня в селі Чайки під Києвом снаряд влучив у склад з пінополіуретаном, а це загрожує не лише прямим отруєнням, але й випаданням кислотних дощів [9]. Не минули обстріли й енергетичну інфраструктуру. Шахту «Золоте» затоплено, «Градами» накрило Авдіївський коксохімічний завод і нафтопереробний завод у Луганській області.

**Military waste (Військові відходи)**

Станом на 10 вересня втрати Росії серед особового складу становлять понад 99 740 військових. Також було знищено:

- танків – 3002;
- бойових броньованих машин (ББМ) – 5979;
- артилерійських систем – 722;
- реактивних систем залпового вогню (РСЗВ) – 1263;
- засобів протиповітряної оборони – 162;
- літаків – 282;
- гелікоптерів – 267;
- автомобільної техніки і цистерн з паливом – 4608;
- катерів/кораблів – 16;
- безпілотників оперативного-тактичного рівня – 1668;
- спеціальної техніки – 178;
- крилатих ракет – 653 [3].

Цивільним жителям слід уникати покинутих/пошкоджених ракет класу «земля-повітря» (ЗРК) та інших типів ракет, що містять високотоксичне паливо, а також великої кількості залишків ракет. Військові транспортні засоби часто містять ряд токсичних матеріалів, і досвід із попередніх конфліктних зон, таких як Ірак, підкреслює ризики для цивільного населення, зокрема для працівників прийому брухту. Транспортні засоби цивільних осіб можуть бути піддані ризику через боєприпаси, що не розірвалися, а працівники, які збирають металобрухт, можуть піддаватися впливу різних небезпечних речовин, таких як азбест, ПХД та джерела кислоти з батарей. Нарешті, до сьогодні залишається невідомим, чи росія також оснастила свої танки Т-80 ББМ 125-мм бронебійними боєприпасами зі збідненим ураном (DU). Якщо так, то військова техніка може бути забруднена пилом та осколками ОУ, які класифікуються як низькоактивні радіоактивні відходи і становлять небезпеку для здоров'я при вдиханні або ковтанні [39].

Пошкодження критичної інфраструктури, як-от: більш звичайні електростанції та водні споруди – також несе прямі та довгострокові ризики для суспільства та навколишнього середовища. Електростанції часто містять небезпечні речовини, такі як ПХБС, тоді як станції фільтрації води часто мають великі запаси хлору для очищення, що створює серйозні ризики [39].

У довгостроковій перспективі використання вибухової зброї в містах може мати додатковий вплив на здоров'я та навколишнє середовище, як зазначено РАХ у статті «Дослідження шкоди навколишньому середовищу від вибухової зброї в населених пунктах» [39]. Цивільне населення, яке проживає в постраждалих районах, може зазнати тривалого впливу через вдихання дрібного пилу, спричиненого пороходібними будівельними матеріалами, часто змішаними з важкими металами та іншими небезпечними речовинами. Пошкодження екологічної інфраструктури в містах може призвести до впливу інших шляхів та джерел забруднення [39].

**Моніторинг**

Після війни ми будемо пожинати плоди бойових дій – руйнування екосистем, забруднення ґрунтів, води і повітря, зменшення біорізноманіття. Крім того, відбудова країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Також є ризик невиконання Україною вже поставлених кліматичних цілей, адже війна – це негативний внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів [24].

Оскільки очікується значне хімічне забруднення ґрунтів та вод, важливо і після війни подбати про ефективну систему моніторингу стану довкілля, яка б дозволила підсумувати реальний обсяг завданої шкоди довкіллю аби вжити найефективніших заходів, уникнути подальшого погіршення ситуації та щоб відновити екосистеми до безпечного стану як для людини, так і для дикої природи [24].



Також важливо, щоб план відновлення України включав заходи з відновлення та збереження екосистем, а до планів із відбудови населених пунктів включати природоорієнтовані рішення та заходи з адаптації до зміни клімату [24].

Україні важливо створити фундаментальні засади для управління хімічною безпекою. Міндовкілля спільно з ОБСЄ підготували проєкт рамкового закону «Про хімічну безпеку». Розроблення такого документу було включено у Програму діяльності Кабінету Міністрів України та План пріоритетних дій Уряду [37].

Законопроект передбачає:

- створення системи управління хімічними речовинами (від їх ідентифікації, державної реєстрації до імплементації європейських технічних регламентів CLP та REACH) [37];

- посилення контролю за небезпечними хімічними речовинами (класифікація небезпеки та маркування хімічної продукції, впровадження дозволів на використання отруйних хімічних речовин, обмеження виробництва та використання речовин, які становлять неприйнятні ризики для здоров'я людини) [37];

- створення системи хімічної безпеки (моніторинг загроз, планування заходів у сфері управління хімічною безпекою на рівні держави, регіонів та конкретних підприємств, встановлення запобіжників для можливих терористичних актів із використанням хімічних речовин) [37].

З прийняттям законопроекту громадяни отримають вільний доступ до інформації про хімічний склад продукції, яка випускається на ринок, а бізнес – чіткі правила роботи, гармонізовані з міжнародними та європейськими стандартами. Це також спростить доступ до зовнішніх ринків [37].

Російські війська створюють не тільки техногенні та екологічні катастрофи, вони також руйнують природні території, які забезпечували середовище існування рідкісних видів та оселищ, які знаходяться під загрозою зникнення [17].

Згідно з даними Української природоохоронної групи, 44 % найцінніших територій природно-заповідного фонду опинилися в зоні бойових дій, під тимчасовим контролем російських загарбників або є недоступними для України [17].

Зібрана інформація є тільки одним із перших етапів для оцінки злочинів проти довкілля, скоєних росією [17].

Для того, щоб чіткіше уявити «картину нанесених екологічних втрат» необхідно побачити реальний масштаб та рівень забруднення навколишнього середовища. На початку березня Міндовкілля ініціювало збір інформації про злочини проти довкілля, до ініціативи долучились екологічний комітет Верховної Ради та різні громадські організації [23].

Проте ситуацію ускладнює те, що через встановлений воєнний стан діє мораторій на проведення екологічних перевірок. У розпал бойових дій екологи не можуть виїхати на місце події і оцінити ситуацію [10]. Тому українці можуть лише фіксувати злочини проти довкілля. Цей список можна поділити на такі категорії: енергетична безпека, пошкодження промислових об'єктів, ядерна безпека, вплив на екосистеми та інше – те, що трапилося внаслідок військових дій (наприклад, через підлив мосту відбувається забруднення водойми) [10]. До того ж реальні збитки та вплив буде підраховано після перемоги, але від ДЕІ вже були озвучені перші 77 млн дол. лише за забруднення земельних ресурсів [17].

Оскільки наслідки злочинів українці відчуватимуть ще багато років, то зараз важливо фіксувати їх [17]. Це відкриє Україні можливість звернутись у міжнародні суди та у подальшому компенсувати агресором [10].

Для розрахунку збитків, нанесених екології, працює реєстр фіксації фактів забруднення земельних, повітряних, водних, лісових та біологічних ресурсів, а також надр. Міністерство довкілля, заручившись підтримкою громадськості, активно збирає усі факти екологічних злочинів росії. Його наповнюють з відкритих джерел завдяки інформації від силових структур та звернень громадян [23].

Окрім того наразі відомо ще чотири інструменти, що дозволяють збирати свідчення і документувати злочини проти довкілля [38]:

- Телеграм-бот «ЕкоШкода»;

- SaveEcoBot у Вайбер; спостерігати за поточним станом екології в Україні можна за допомогою SaveEcoBot – екологічний чат-бот з даними про забруднення [10];
- Сторінка Українського еколого-інформаційного штабу з аналітичної обробки та ліквідації наслідків бойових дій;
- Анкета для збору інформації про заподіяння збитків довкіллю внаслідок вторгнення російської федерації на територію України [38].

Обстріли та окупація підвищують ризик викидів токсичних відходів з промислових підприємств України [17].

Небезпеку також становить забруднення артезіанських вод, які раніше вважалися стратегічним запасом держави і були законсервованими. У результаті бойових дій та руйнувань такі свердловини забруднюються. Щоб зробити воду непридатною для вживання, достатньо потрапляння одного забрудника, який розповсюджується на весь горизонт. Через воду і ґрунт у продукти харчування потрапляє отрута – важкі метали, що негативно впливатиме і на здоров'я. Таким чином злочини проти довкілля є пролонгованими і незабаром призведуть до збільшення смертності [10].

#### **Наслідки від пожеж на території держави**

Продукти горіння, які потрапляють повітря, складаються з токсичних газів і твердих частинок. На цих об'єктах також буде значне забруднення ґрунту та води. Там, де були проведені заходи з гасіння пожежі, забруднення можуть включати залишки протипожежної піни [24].

Ризики, пов'язані з пошкодженням комунікацій, підприємств та інших об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, мають особливе значення, адже в умовах відсутності контролю й можливостей ліквідації негативних наслідків ці явища потенційно збільшують масштаби негативного впливу [25].

Пошкодження комунальних комунікацій призводить до забруднення органічними речовинами води [24].

Наслідки поширеного конфліктного забруднення, пов'язаного з боєприпасами, спричиненого інтенсивним використанням боєприпасів у населених районах, вибухами складів боєприпасів або постконфліктною роботою з розмінування, були належним чином викладені Женевським центром гуманітарного розмінування в їх останньому звіті Guide to Explosive «Забруднення навколишнього середовища боєприпасами». Їхній аналіз окреслює різні шляхи та вектори того, як боєприпаси можуть призвести до впливу на людину небезпечних речовин і як це може вплинути на екосистеми [39].

Всі військові об'єкти, як відомо, зберігають цілий ряд небезпечних матеріалів, які можуть становити гостру або довгострокову загрозу для здоров'я населення та навколишнього середовища [39].

У заповідниках з середини квітня в лісах бушують пожежі, які загрожують вимиранням унікальному рослинному світу та тваринам країни. Такі руйнування можна вважати військовим екоцидом, і кожен день війни додає нові тяжкі злочини до вже довгого списку навмисних екоцидів проти України та світу. Йдеться про отруєння води, ґрунту, повітря разом із ядерною загрозою чи обстрілами нафтобаз. Радіоактивно небезпечною є активність в Чорнобильській зоні відчуження: за даними Міндовкілля там трапилося понад 30 загорянь на площі понад 8700 га. Це може потягнути за собою поширення радіонуклідів за межі зони відчуження [16].

#### **Наявність важких металів у поверхневих водах**

Однією з гострих проблем забруднення довкілля є наявність важких металів у воді. На превеликий жаль їх домішки роблять рідину небезпечною для вживання. Тому, аби зберегти здоров'я вам і вашим близьким, слід своєчасно досліджувати воду на наявність важких металів [1].

Хоча перелік важких металів в різних джерелах може варіювати, зазвичай до них відносять:

- ртуть
- свинець
- кадмій

- миш'як
- кобальт
- нікель [1].

Головна небезпека важких металів у тому, що, потрапляючи в організм, вони не лише порушують обмін речовин, але і накопичуються і засмічують печінку, нирки та інші органи, і останні перестають виконувати свої функції фільтра, а відтак з організму не виводяться токсини. Наслідками накопичення в організмі важких металів можуть бути спадкові мутації [1].

Негативний вплив важких металів спричинює до:

- захворювань печінки і нирок
- порушення роботи шлунково-кишкового тракту
- анемій
- проблеми зі щитовидною залозою
- важких уражень центральної нервової системи
- руйнування кісткової тканини
- розвиток розумової відсталості у дітей [1].

Саме тому хімічний аналіз води на важкі метали обов'язковий при перевірці якості води. Гранично допустимі концентрації перерахованих вище речовин дуже малі, що й не дивно, з огляду на їх високу токсичність. Згідно з Державними санітарними нормами, ГДК важких металів коливаються від 0,0005 мг/л (для ртуті) до 0,1 мг/л (для кобальту). У сукупності концентрація всіх важких металів в одному літрі питної води не повинна перевищувати 0,001 мг/л [1].

Джерела потрапляння у воду важких металів можна умовно розділити на дві групи: природні і техногенні. Природним шляхом важкі метали можуть опинитися у воді внаслідок вивітрювання гірських порід, вулканічних процесів, ерозії ґрунтів і т. п. Але частіше суттєве забруднення води важкими металами відбувається внаслідок діяльності людини. До техногенних джерел відносять:

- викиди промислових підприємств
- відходи металургійних виробництв
- міські побутові стоки
- деякі види добрив
- спалювання палива [1].

Також важкі метали можуть потрапляти у воду з атмосферними опадами внаслідок забруднення повітря після пожеж та вибухів.

Говорячи про забруднення води важкими металами, мають на увазі, у першу чергу, їхні солі. Це дуже стійкі сполуки і їх усунення становить серйозну проблему [1].

При дослідженні води найчастіше невідповідність нормам виявляють за такими параметрами як кольоровість і каламутність. Також бракують воду і за такими показниками: ХСК (хімічне споживання кисню), підвищений вміст нітратів, фосфатів, амонію.

Вода, у якій перевищено вміст нітратів, являє собою серйозну загрозу для здоров'я і навіть життя. Невтішна статистика така, що в усьому світі щороку від отруєння водою з нітратами хворіють 2,5 млрд людей, з них 3,5 млн вмирають. 90 % – це діти до 5 років. Причиною перевищеного вмісту нітратів в воді є, перш за все, діяльність людини (використання азотовмісних добрив, скидання відходів промислових підприємств).

Окрім того, підвищений вміст фосфатів обумовлений не тільки промисловою діяльністю, а й потраплянням в воду побутових стоків, які у великій кількості містять залишки миючих засобів.

Слід врахувати, що імовірність перевищення рівня показника амонію й аміаку зростає, якщо поблизу знаходяться тваринницькі ферми, підприємства харчової та хімічної промисловості.

Через обстріл 14 березня очисних споруд Василівського експлуатаційного цеху водопостачання та водовідведення стічні води з міста потрапляють до Дніпра без будь-якого очищення.

### **Природньо-заповідні території**

Згідно даних Української природоохоронної групи, наразі під тимчасовим контролем російських загарбників або недоступними є 44 % найцінніших природньо-заповідних територій України. Рашисти грабують наші ліси: будують з нашої деревини фортифікаційні споруди, прокладають інфраструктуру, обігріваються і готують собі як не нагробовані продукти, так пристрелену у наших лісах дичину. В Україні від війни постраждали 20 % заповідників та 3 млн га лісів. 20 % природоохоронних територій України потерпають від війни, також через бойові дії постраждали 3 млн га лісів. У російській окупації залишаються 8 заповідників та 10 національних природних парків. Зокрема, у зоні ризику опинилися 2,9 млн га Смарагдової мережі, території якої є значною частиною природоохоронної мережі Європи і яка охороняється у межах законодавства ЄС та Ради Європи. Також під загрозою знищення перебуває 16 об'єктів, які захищаються Рамарською конвенцією про водно-болотні угіддя, площею майже 600 тис. га. Ці території мають міжнародне значення як середовища водоплавних птахів. Наприклад, водно-болотне угіддя «Архіпелаг Великі і Малі Кучугури» площею 7 740 га нині деокуповане, утім через близьке розташування до лінії фронту перебуває під загрозою знищення. Через кораблі окупантів у Чорному морі загинуло, ймовірно, близько 50 тисяч дельфінів. 5 квітня був знищений приватний зоопарк «Фельдман Екопарк» у Харкові. Також позбавлені доступу притулки для домашніх тварин. А ще – втручання війни у життя лісових та степових тварин та птахів небесних у найвідповідальніший для підтримки популяцій період. Через бойові дії перелітні птахи, які повертаються з зимівлі, змушені змінювати міграційні маршрути і потрапляють під обстріли [17].

### **Реакція світу на екоцид в Україні**

Найбільша миротворча організація в Нідерландах РАХ повідомляє, що у період з 28 лютого по 3 березня в столиці Кенії Найробі відбулася п'ята Асамблея ООН з навколишнього середовища, на якій йшлося і про війну в Україні. 108 громадських організацій підписали заяву із закликом до держав-членів асамблеї забезпечити моніторинг впливу війни на навколишнє середовище в співпраці з експертами та групами громадськості [10].

Ширшою була ініціатива понад 1000 експертів та неурядових організацій, які приєднались до глобального заклику до росії припинити війну і зголосились сприяти моніторингу екологічної ситуації в Україні. Також вони закликали Міжнародний кримінальний суд, органи ООН з прав людини та ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища) розслідувати та контролювати можливі порушення міжнародного екологічного законодавства та права прав людини, а також забезпечити відповідальність для порушників. Міністерство довкілля України веде перемовини про те, щоб участь росії у міжнародних угодах призупинили (наприклад, у Рамковій конвенції ООН зі зміни клімату). Отож, якщо питання екології дійсно турбує світ, росія розплатиться і за злочини проти довкілля.

European Environmental Bureau – ЕЕВ закликає країни-члени запровадити «No War Zone» в Україні [16].

Європейське екологічне бюро, яке є голосом своїх членів та громадян ЄС, рішуче засудило дії росії та висловило свою підтримку Україні в боротьбі з окупантами [16].

Воно також звернулось до усіх міністерств закордонних справ країн-учасниць Конвенції Еспо та постійних представництв ООН у таких країнах із закликом запровадити «No War Zone» в Україні в місцях розташування АЕС [16].

Наразі безпека на Чорнобильській, Запорізькій, Хмельницькій, Рівненській та Південно-Українській АЕС знаходиться у фокусі розгляду Комітету з імплементації Конвенції Еспо, – зазначають у ЕЕВ [16].

У ЕЕВ закликали сторони-учасниці Конвенції:

- запровадити «No War Zone» в Україні в місцях розташування АЕС;
- надати Україні технічну допомогу;
- забезпечити незалежний нагляд з боку відповідних міжнародних органів [15].

У організації вважають, що це створить підґрунтя для безпечного функціонування АЕС в Україні, тобто такого, що відповідає цілям Конвенції [15].

Тут слід нагадати, що Україна 19 березня 1999 року ратифікувала Конвенцію про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті – Конвенцію Еспо. Цей міжнародний договір зобов'язує держави здійснювати оцінку впливу на довкілля комерційних проектів у випадку, якщо такі проекти можуть вплинути на довкілля іншої держави. На сьогодні учасниками Конвенції Еспо, разом з Україною, є 43 країни та Європейський Союз [15].

Одна з ініціатив, за сприяння Глобального договору ООН, працює з бізнесом. На початку війни українські і закордонні бізнесові компанії запитували, як невійськово можна допомогти Україні, крім направлення коштів на харчування і ліки. Вони хотіли зробити щось для довкілля. Ми зрозуміли, що насамперед Україна має мати системну картину на рівні уряду: хто які наслідки має ліквідувати і за які кошти [38].

Крах екологічного врядування в міських районах у найближчій і довгостроковій перспективі також створить серйозні проблеми зі збором та утилізацією твердих відходів, що може сприяти подальшим ризикам для здоров'я населення та навколишнього середовища [38].

У довгостроковій перспективі дуже важливо отримати необхідне обладнання, досвід та фінансування. Належним чином слід ідентифікувати, відстежувати та відновлювати екологічні гарячі точки. Застосування екологічних норм для запобігання та мінімізації екологічних ризиків буде вирішальним для захисту людей та довкілля в Україні [39].

Після Перемоги Україна має вимагати притягнення росії до відповідальності за ці злочини, адже Римським статутом Міжнародного кримінального суду (підпункт IV пункт В частина 2 статті 8) передбачено визначення злочинам проти довкілля – «умисне вчинення нападу, коли відомо, що такий напад стане причиною довгострокової та серйозної шкоди навколишньому природному середовищу, яка буде явно несумісна з конкретною і безпосередньо очікуваною загальною військовою перевагою» [18].

## Висновки

Отже, екологічні наслідки військових дій, як економічні, соціальні і людські втрати, є катастрофічними. Зважаючи на вище сказане, військові дії на сході України завдали шкоди усім без винятку об'єктам довкілля. Значною проблемою є ускладнення можливостей контролю стану навколишнього середовища на території тимчасово окупованих територій. Фактична відсутність контролюючих органів та постійні обстріли не дозволяють на державному рівні об'єктивно оцінити шкоду, нанесену довкіллю за період збройних протистоянь. Перед нашою державою стоїть важливе завдання щодо припинення ведення бойових дій та врегулювання конфлікту, а також подолання екологічних наслідків війни. Нова політика розвитку частково покладена в основу Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Плану пріоритетних дій Уряду, а також Європейського екологічного бюро, яке є голосом своїх членів та громадян ЄС, які рішуче засудили дії росії та висловили свою підтримку Україні у боротьбі з окупантом, а також звернулись до усіх міністерств закордонних справ країн-учасниць Конвенції Еспо та постійних представництв ООН у таких країнах із закликом запровадити «No War Zone» в Україні в місцях розташування АЕС.

Зважаючи на зазначене вище, вважаємо, що при плануванні повернення тимчасово окупованих територій в Україну необхідно врахувати складну екологічну ситуацію в цьому регіоні, розробити заходи, спрямовані на прискорення розв'язання екологічних проблем. Ситуація ускладнена тим, що українські екологи мають недостатньо практичного досвіду відновлення територій після бойових дій або наслідків мілітаризації. Тому вже сьогодні необхідно використовувати міжнародну співпрацю, залучати провідних фахівців з досвідом роботи екологічного відновлення екологічно-небезпечних територій. Налагоджувати таку співпрацю необхідно починати вже сьогодні, оскільки екологічна ситуація вимагає негайних практичних кроків.

1. Аналіз води на важкі метали. URL: <https://himanaliz.ua/uk/analiz-vodi-na-vazhki-metali/> (дата звернення: 10.09.2022).
2. Біобезпека населення. URL: <http://www.dolc.dp.ua/wpress/?p=8285>. (дата звернення: 10.09.2022).
3. Війна в Україні сьогодні, підсумки 112 дня Втрати російських окупантів Станом на ранок 15 червня. URL: [https://zaxid.net/viyana\\_v\\_ukrayini\\_sogodni\\_pidsumki\\_112\\_dnya\\_15\\_chervnya\\_2022\\_n1544568/](https://zaxid.net/viyana_v_ukrayini_sogodni_pidsumki_112_dnya_15_chervnya_2022_n1544568/) (дата звернення: 10.09.2022).

4. Війна та екологія: Хронологія злочинів росії. URL: <http://www.mukachevo.net/ua/news/view/3472243/> (дата звернення: 10.09.2022).
5. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 19–22 квітня 2022 року. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39125.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
6. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 15–18 квітня 2022 року. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39120.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
7. Для потреб біобезпеки та біозахисту застосують новітні технології. URL: <https://lexinform.com.ua/zakonodavstvo/dlya-potreb-biobezpeky-ta-biozahystu-zastosuyut-novitni-tehnologiyi/> (дата звернення: 10.09.2022).
8. За час війни в Україні знищено тисячі кілометрів доріг і сотні тисяч авто (статистика). URL: <https://focus.ua/uk/auto/511292-za-vremya-voynu-v-ukraine-unichtozheny-tysyachi-kilometrov-dorog-i-sotni-tysyach-avto-statistika/> (дата звернення: 10.09.2022).
9. Забруднення Землі і води. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3454440-zabrudnenna-zemli-ta-vodi-zagibel-tvarin-ta-ptahiv.html/> (дата звернення: 20.12.2022).
10. Забруднення землі та води, загибель тварин та птахів. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3454440-zabrudnenna-zemli-ta-vodi-zagibel-tvarin-ta-ptahiv.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
11. Інформація про наслідки для довкілля від російської агресії в Україні 24 лютого – 9 березня 2022 року. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39028.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
12. Кардаш Д.М., Лазебна О.М. Наслідки впливу військових дій на навколишнє середовище. Екологічні наслідки військових дій: матеріали науковопрактичної конференції (м. Київ 17-18 квіт. 2018 р.). Київ, 2018. С. 79-81. URL: <https://cutt.ly/SKOcfk4> (дата звернення: 20.12.2022).
13. Кількість екологічних злочинів унаслідок російської агресії щодня збільшується. URL: <http://www.golos.com.ua/article/359935/> (дата звернення: 10.09.2022).
14. Кілька російських ракет влучили по військових об'єктах у Вінницькій області. Є постраждалі URL: <https://www.vinnitsa.info/news/borzov-kil-ka-rosiys-kykh-raket-vluchyly-po-viys-kovykh-ob-yektakh-u-vinnits-kiy-oblasti-ye-postrazhdali.html> (дата звернення: 10.09.2022).
15. Ключові наслідки для довкілля від російської агресії в Україні 24 лютого – 31 березня 2022 року. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39097.html> (дата звернення: 10.09.2022).
16. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=300772975491820&set=a.264734179095700/> (дата звернення: 10.09.2022).
17. Місяць війни. Злочини проти довкілля. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/03/26/684714/> (дата звернення: 10.09.2022).
18. Мовчазні жертви Понад сотню злочинів проти довкілля за місяць війни зафіксували екоактивісти в Україні. URL: <https://m.day.kyiv.ua/uk/article/cuspilstvo/movchazni-zhertvy/> (дата звернення: 10.09.2022).
19. На заході України пролунала низка вибухів. URL: <https://novyny.live/accident/na-zapade-ukrainy-razdalsia-riad-vzryvov-cho-izvestno-46703.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
20. На Кременеччині людям заборонили пити воду через влучання уламків ракети у резервуари з міндобривом. URL: <https://fainemisto.tv/news/38292-na-ternopilshhyni-lyudyam-zaboronyly-pyty-vodu-video/> (дата звернення: 10.09.2022).
21. На Львівщині ворог обстріляв військовий об'єкт поблизу кордону з Польщею. URL: <https://novyny.live/accident/na-lvovshchine-vrag-obstrelial-voennyi-obekt-vblizi-granitsy-s-polshei-45313.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
22. Півтора місяці війни: злочини проти довкілля. URL: <https://yur-gazeta.com/dumka-eksperta/pivtora-misyaci-viyni-zlochiny-proti-dovkillya.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
23. Після війни стане коротшим життя. Еколог розповідає, як обстріли впливають на воду, повітря й ґрунти в Україні. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/yak-viyna-vplivaye-na-vodu-povitrya-ta-zemlyu-ukrajini-ekspert-novini-ukrajini-50243604.html> (дата звернення: 10.09.2022).
24. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
25. Ракети летіли з Криму: подробиці масованого обстрілу низки областей України. URL: <https://apostrophe.ua/ua/news/society/accidents/2022-06-14/raketyi-leteli-iz-kryima-podrobnosti-massirovannogo-obstrela-ryada-oblastey-ukrainyi/271787/> (дата звернення: 10.09.2022).
26. Ракетний удар по Тернопільщині: постраждали 22 людини. URL: <https://portal.lviv.ua/news/2022/06/12/raketnyj-udar-po-ternopilshchyni-postrazhdaly-22-liudyny/> (дата звернення: 10.09.2022).

27. Ракетний удар по Чорткову на Тернопільщині 11 червня: усе, що відомо про обстріл міста росіянами. URL: [https://24tv.ua/raketniy-udar-po-chortkovu-11-chervnya-use-shho-vidomo-pro-obstril\\_n2017540/](https://24tv.ua/raketniy-udar-po-chortkovu-11-chervnya-use-shho-vidomo-pro-obstril_n2017540/) (дата звернення: 10.09.2022).
28. Російські окупанти вдруге обстріляли Івано-Франківськ. URL: [https://zaxid.net/rosiyski\\_okupanti\\_vdruge\\_obstrilyali\\_ivano\\_frankivsk\\_n1538092/](https://zaxid.net/rosiyski_okupanti_vdruge_obstrilyali_ivano_frankivsk_n1538092/) (дата звернення: 10.09.2022).
29. Російські окупанти втретє обстріляли Івано-Франківський аеропорт. URL: [https://zaxid.net/ivano\\_frankivskiy\\_aeroport\\_vtrete\\_obstrilyali\\_rosiyski\\_okupanti\\_n1538244/](https://zaxid.net/ivano_frankivskiy_aeroport_vtrete_obstrilyali_rosiyski_okupanti_n1538244/) (дата звернення: 10.09.2022).
30. Росіяни завдали нового ракетного удару по Львівщині. URL: [https://zaxid.net/pid\\_ranok\\_u\\_lvivskiy\\_oblasti\\_prolunali\\_vibuhi\\_n1542801/](https://zaxid.net/pid_ranok_u_lvivskiy_oblasti_prolunali_vibuhi_n1542801/) (дата звернення: 10.09.2022).
31. Росіяни завдали ракетного удару по трьох військових частинах на Львівщині. URL: [https://zaxid.net/rosiyani\\_zavdali\\_raketnogo\\_udaru\\_po\\_novomu\\_kalinovu\\_na\\_lvivshhini\\_n1536682/](https://zaxid.net/rosiyani_zavdali_raketnogo_udaru_po_novomu_kalinovu_na_lvivshhini_n1536682/) (дата звернення: 10.09.2022).
32. Росіяни завдали ракетного удару по Яворівському полігону на Львівщині. URL: [https://zaxid.net/unaslidok\\_raketnogo\\_udaru\\_po\\_yavorivskomu\\_poligonu\\_na\\_lvivshhini\\_zaginuli\\_9\\_lyude\\_n1538248/](https://zaxid.net/unaslidok_raketnogo_udaru_po_yavorivskomu_poligonu_na_lvivshhini_zaginuli_9_lyude_n1538248/) (дата звернення: 10.09.2022).
33. Росіяни обстріляли аеродроми в Коломиї та Івано-Франківську. URL: [https://zaxid.net/u\\_kolomiyskiy\\_aerodrom\\_vluchilo\\_dvi\\_raketi\\_na\\_frankivskomu\\_aerodromi\\_pozhezha\\_n1536683/](https://zaxid.net/u_kolomiyskiy_aerodrom_vluchilo_dvi_raketi_na_frankivskomu_aerodromi_pozhezha_n1536683/) (дата звернення: 10.09.2022).
34. Сили ППО збили російську ракету в Івано-Франківській області – ОВА. URL: <https://news.khmelnitskiy.ua/post2735666/> (дата звернення: 10.09.2022).
35. Спустошені землі. Якою буде природа України після війни. URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine\\_war\\_damaged\\_nature/](https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine_war_damaged_nature/) (дата звернення: 10.09.2022).
36. Через вибухи у Золочевській громаді пошкоджено 26 об'єктів інфраструктури. URL: [https://lviv.media/cherез-vybukhy-u-zolochevskiy-hromadi-poshkodzhen-26-ob-ektiv-infrastruktury/?fbclid=IwAR2WXHelyudNzduu0IPfISxafQXjKPzV-nUuqlbp2VyvZdUu76CuL-j\\_608/](https://lviv.media/cherез-vybukhy-u-zolochevskiy-hromadi-poshkodzhen-26-ob-ektiv-infrastruktury/?fbclid=IwAR2WXHelyudNzduu0IPfISxafQXjKPzV-nUuqlbp2VyvZdUu76CuL-j_608/) (дата звернення: 10.09.2022).
37. Чому важливий законопроект «Про хімічну безпеку» та які проблеми він вирішить. URL: <https://mepr.gov.ua/news/36949.html/> (дата звернення: 10.09.2022).
38. Як війна впливає на довкілля і як можна допомогти його відновлювати – розповідає екологиня. URL: <https://suspihne.media/222297-russia-invades-ukraine-live-updates-suspihne-20/> (дата звернення: 10.09.2022).
39. Environment and Conflict Alert Ukraine: A first glimpse of the toxic toll of Russia's invasion of Ukraine. URL: <https://paxforpeace.nl/news/overview/environment-and-conflict-alert-ukraine-a-first-glimpse-of-the-toxic-toll-of-russias-invasion-of-ukraine/> (дата звернення: 10.09.2022).

## References

1. Analiz vody na vazhki metaly. URL: <https://himanaliz.ua/uk/analiz-vodi-na-vazhki-metali/> (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
2. Biobezpeka naseleння. URL: <http://www.dolc.dp.ua/wpress/?p=8285>. (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
3. Viina v Ukraini sohodni, pidsumky 112 dnia Vtraty rosiiskiykh okupantiv Stanom na ranok 15 chervnia. URL: [https://zaxid.net/viyna\\_v\\_ukrayini\\_sogodni\\_pidsumki\\_112\\_dnya\\_15\\_chervnya\\_2022\\_n1544568/](https://zaxid.net/viyna_v_ukrayini_sogodni_pidsumki_112_dnya_15_chervnya_2022_n1544568/) (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
4. Viina ta ekolohiia: Khronolohiia zlochyniv rosii. URL: <http://www.mukachevo.net/ua/news/view/3472243/> (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
5. Daidzhest kluchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 19–22 kvitnia 2022 roku. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39125.html/> (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
6. Daidzhest kluchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 15–18 kvitnia 2022 roku. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39120.html/> (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
7. Dlia potreb biobezpeky ta biozakhytu zastosuut novitni tekhnolohii. URL: <https://lexinform.com.ua/zakonodavstvo/dlya-potreb-biobezpeky-ta-biozakhytu-zastosuyut-novitni-tehnologiyi/> (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
8. Za chas viiny v Ukraini znyshcheno tysiachi kilometriv dorih i sotni tysiach avto (statystyka). URL: <https://focus.ua/uk/auto/511292-za-vremya-voyny-v-ukraine-unichtozheny-tysyachi-kilometrov-dorog-i-sotni-tysyach-avto-statistika/> (дата звернення: 10.09.2022). [in Ukrainian]
9. Zabrudnennia Zemli i vody. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3454440-zabrudnenna-zemli-ta-vodi-zagibel-tvarin-ta-ptahiv.html/> Data zvernennia: 20.12.2022]. [in Ukrainian]

10. Zabrudnennia zemli ta vody, zahybel tvaryn ta ptakhiv. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3454440-zabrudnenna-zemli-ta-vodi-zagibel-tvarin-ta-ptahiv.html/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
11. Informatsiia pro naslidky dlia dovkillia vid rosiiskoi ahresii v Ukraini 24 liutoho – 9 bereznia 2022 roku. URL: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=300772975491820&set=a.264734179095700/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
12. Kardash D.M., Lazebna O.M. Naslidky vplyvu viiskovykh dii na navkolyshnie seredovyshche. Ekolohichni naslidky viiskovykh dii: mater. nauk.-prakt. konf. (Kyiv 17-18 kvit. 2018 r.). Kyiv, 2018. S. 79-81. [in Ukrainian]
13. Kil'kist ekolohichnykh zlochyniv unaslidok rosiiskoi ahresii shchodnia zbilshuietsia. URL: <http://www.golos.com.ua/article/359935/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
14. Kilka rosiiskykh raket vluchyly po viiskovykh ob'ektakh u Vinnytskii oblasti. Ye postrazhdali. URL: <https://www.vinnitsa.info/news/borzov-kil-ka-rosiys-kykh-raket-vluchyly-po-viys-kovykh-ob-yektakh-u-vinnyts-kiy-oblasti-ye-postrazhdali.html> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
15. Kliuchovi naslidky dlia dovkillia vid rosiiskoi ahresii v Ukraini 24 liutoho – 31 bereznia 2022 roku. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39097.html> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
16. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. URL: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=300772975491820&set=a.264734179095700/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
17. Misiats viiny. Zlochyny proty dovkillia. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/03/26/684714/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
18. Movchazni zhertvy Ponad sotniu zlochyniv proty dovkillia za misiats viiny zafiksuvaly ekoaktyvisty v Ukraini. URL: <https://m.day.kyiv.ua/uk/article/cuspilstvo/movchazni-zhertvy/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
19. Na zakhodi Ukrainy prolunala nyzka vybukhiv/ URL: <https://novyny.live/accident/na-zapade-ukrainy-razdalsia-riad-vzryvov-cto-izvestno-46703.html/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
20. Na Kremenechchyni liudiam zaboronyly pyty vodu cherez vluchannia ulamkiv rakety u rezervuary z mindobryvom. URL: <https://fainemisto.tv/news/38292-na-ternopilshchyni-lyudyam-zaboronyly-pyty-vodu-video/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
21. Na Lvivshchyni voroh obstriliv viiskovyy ob'ekt poblyzu kordonu z Polshcheiu. URL: <https://novyny.live/accident/na-lvovshchine-vrag-obstrelial-voennyi-obekt-vblizi-granitsy-s-polshei-45313.html/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
22. Pivtora misiatsi viiny: zlochyny proty dovkillia. URL: <https://jur-gazeta.com/dumka-eksperta/pivtora-misyaci-viiny-zlochyni-proti-dovkillya.html/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
23. Pislia viiny stane korotshym zhyttia. Ekoloh rozpovidaie, iak obstrily vplyvaiut na vodu, povitria y grunty v Ukraini. <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/yak-viyna-vplyvaye-na-vodu-povitrya-ta-zemlyu-ukrajini-ekspert-novini-ukrajini-50243604.html> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
24. Pryroda ta viina: iak viiskove vtorhnennia Rosii vplyvaie na dovkillia Ukrainy. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
25. Rakety letily z Krymu: podrobytsi masovanoho obstrilu nyzky oblasti Ukrainy. URL: <https://apostrophe.ua/ua/news/society/accidents/2022-06-14/raketyi-leteli-iz-kryima-podrobnosti-massirovannogo-obstrela-ryada-oblastey-ukrainyi/271787/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
26. Raketnyi udar po Ternopilshchyni: postrazhdaly 22 liudyny. URL: <https://portal.lviv.ua/news/2022/06/12/raketnyj-udar-po-ternopilshchyni-postrazhdaly-22-liudyny/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
27. Raketnyi udar po Chortkovu na Ternopilshchyni 11 chervnia: use, shcho vidomo pro obstril mista rosiianamy. URL: [https://24tv.ua/raketnyj-udar-po-chortkovu-11-chervnya-use-shho-vidomo-pro-obstril\\_n201754/](https://24tv.ua/raketnyj-udar-po-chortkovu-11-chervnya-use-shho-vidomo-pro-obstril_n201754/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
28. Rosiiski okupanty vdruhe obstriliali Ivano-Frankivsk. URL: [https://zaxid.net/rosiyski-okupanti-vdruge-obstriliali-ivano-frankivsk\\_n1538092/](https://zaxid.net/rosiyski-okupanti-vdruge-obstriliali-ivano-frankivsk_n1538092/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
29. Rosiiski okupanty vtretie obstriliali Ivano-Frankivskiy aeroport. URL: [https://zaxid.net/ivano-frankivskiy-aeroport-vtretie-obstriliali-rosiyski-okupanti\\_n1538244/](https://zaxid.net/ivano-frankivskiy-aeroport-vtretie-obstriliali-rosiyski-okupanti_n1538244/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
30. Rosiiany zavdaly novoho raketnoho udaru po Lvivshchyni. URL: [https://zaxid.net/pid\\_ranok\\_u\\_lvivskiy-oblasti-prolunali-vibuhi\\_n1542801/](https://zaxid.net/pid_ranok_u_lvivskiy-oblasti-prolunali-vibuhi_n1542801/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
31. Rosiiany zavdaly raketnoho udaru po trokh viiskovykh chastynakh na Lvivshchyni. URL: [https://zaxid.net/rosiiani-zavdali-raketnoho-udaru-po-novomu-kalinovu-na-lvivshchyni\\_n1536682/](https://zaxid.net/rosiiani-zavdali-raketnoho-udaru-po-novomu-kalinovu-na-lvivshchyni_n1536682/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]



32. Rosiiany zavdaly raketnoho udaru po Yavorivskomu polihonu na Lvivshchyni. URL: [https://zaxid.net/unaslidok\\_raketnogo\\_udaru\\_po\\_yavorivskomu\\_poligonu\\_na\\_lvivshchyni\\_zaginuli\\_9\\_lyude\\_y\\_n1538248/](https://zaxid.net/unaslidok_raketnogo_udaru_po_yavorivskomu_poligonu_na_lvivshchyni_zaginuli_9_lyude_y_n1538248/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
33. Rosiiany zavdaly raketnoho udaru po trokh viiskovykh chastynakh na Lvivshchyni. URL: [https://zaxid.net/u\\_kolomiyskiy\\_aerodrom\\_vluchilo\\_dvi\\_raketi\\_na\\_frankivskomu\\_aerodromi\\_pozhezha\\_n1536683/](https://zaxid.net/u_kolomiyskiy_aerodrom_vluchilo_dvi_raketi_na_frankivskomu_aerodromi_pozhezha_n1536683/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
34. Syly PPO zbyly rosiisku raketu v Ivano-Frankivskii oblasti – OVA. URL: <https://news.khmelnitskiy.ua/post2735666/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
35. Spustosheni zemli. Yakoiu bude pryroda Ukrainy pislia viiny. URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine\\_war\\_damaged\\_nature/](https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine_war_damaged_nature/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
36. Cherez vybukhy u Zolocheskii hromadi poshkodzheno 26 obiektiv infrastruktury. URL: [https://lviv.media/cherez-vybukhy-u-zolocheskii-hromadi-poshkodzheno-26-obiektiv-infrastruktury/?fbclid=IwAR2WXHelyudNzduu0IPfISxafQXjKPzV-nUuqlbp2VyvZdUu76CuL-j\\_608/](https://lviv.media/cherez-vybukhy-u-zolocheskii-hromadi-poshkodzheno-26-obiektiv-infrastruktury/?fbclid=IwAR2WXHelyudNzduu0IPfISxafQXjKPzV-nUuqlbp2VyvZdUu76CuL-j_608/) (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
37. Chomu vazhlyvyi zakonoproiekt «Pro khimichnu bezpeku» ta iaki problemy vin vyrishyt. URL: <https://mepr.gov.ua/news/36949.html/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
38. Yak viina vplyvaie na dovkillia i iak mozhna dopomohty yoho vidnovliuvaty – rozpovidaie ekolohynia. URL: <https://suspilne.media/222297-russia-invades-ukraine-live-updates-suspilne-20/> (data zvernennia: 10.09.2022). [in Ukrainian]
39. Environment and Conflict Alert Ukraine: A first glimpse of the toxic toll of Russia's invasion of Ukraine URL: <https://paxforpeace.nl/news/overview/environment-and-conflict-alert-ukraine-a-first-glimpse-of-the-toxic-toll-of-russias-invasion-of-ukraine/> (Last accessed: 10.09.2022).

*H. V. Chvaliuk, V. V. Hrubinko, H. B. Humeniuk, O. B. Matsiuk*  
 Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

#### WAR DESTROYING THE ECOLOGY OF UKRAINE

The article covers the events from the beginning of the large-scale invasion of Russian troops on the territory of Ukraine, including western regions. An assessment and proposals for the implementation of measures to mitigate the effects of pollution are given. As significant chemical pollution of atmospheric air, surface and groundwater, soils, protected areas is expected. It is also important after the war to take care of an effective system for monitoring the state of the environment, which would allow us to summarize the real scale of environmental damage caused. The most effective measures must be taken to avoid further deterioration and to restore ecosystems to a safe state for both humans and wildlife. According to the Geneva Convention, crimes against the environment are classified as war crimes and are classified as ecocide. The Ministry of the Environment, together with the OSCE, has prepared a draft framework law "On Chemical Safety". The development of such a document was included in the Action Program of the Cabinet of Ministers of Ukraine and the Government's Priority Action Plan. That is why the study focuses simultaneously on both the assessment of the damage caused and the problems of prosecution for environmental damage. Above all, Ukraine must strengthen national legal mechanisms by adopting laws "On compensation for damage caused to Ukraine by the aggression of the Russian Federation" and "About the criminal punishment of individuals for the crime of aggression, crimes against humanity and war crimes committed during Russia's aggression against Ukraine", and "About the criminal punishment of individuals for the crime of aggression, crimes against humanity and war crimes committed during Russia's aggression against Ukraine." This technique should include the preparation of acts indicating the number and size of funnels, residues of ammunition parts and the level of environmental pollution, length of trenches, damage from fires, etc. It is advisable to make a map of the territories affected by hostilities. When determining the scale of environmental damage, it is necessary to take into account mine pollution as a source of pollution, as well as the amount of the cost of demining the territory. Certain recommendations aimed at improving the national policy in the field of environmental management and environmental protection in the context of armed conflict should be provided as well. These recommendations are to be addressed to the Ministry of Ecology and Natural Resources, the Ministry of Defense, the leadership of civil-military administrations.

*Key words: ecocide, environment, water, pollution, heavy metals, pesticides, war, Ukraine.*

Надійшла 11.11.2022.

# ІХТІОЛОГІЯ

УДК: 639.215.3:591.4(477.51/.52)

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.7

<sup>1</sup>М. Б. ХАЛТУРИН, <sup>1</sup>П. Г. ШЕВЧЕНКО, <sup>2</sup>В. В. СОНДАК, <sup>1</sup>А. А. КЛИМКОВЕЦЬКИЙ

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів та природокористування України  
вул. Генерала Родимцева, 19, 1 навчальний корпус, Київ, 03041

<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування  
вул. Соборна, 11, Рівне, 33000  
e-mail: chalturinmax@gmail.com

## **МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНА (*TINCA TINCA* L) СУМСЬКОЇ ТА ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ**

Метою роботи було провести морфобіологічний аналіз ліна з двох подібних за певними ознаками водойм Сумської (2011 р.) та Чернігівської (2012 р.) областей.

Лин з водойми Сумщини має більшу довжину тіла, зміщений спинний та анальний плавці до хвостового стебла, збільшені грудні, черевні та хвостовий плавці, що свідчить про більш рухливий спосіб життя. Голова, хоча й менша, проте вона більш пристосована для пошуку їжі. Лин з Чернігівської області має більш видовжені хвостове стебло, висоту спинного та анального плавців, що свідчить про те, що він є більш осілим й рухається по водоймі сезонно, голова більша, проте й діаметр ока великий, що свідчить про те, що лин знаходиться на більшій глибині, ніж лин з водойми Сумщини.

*Ключові слова:* морфобіологія, лин, джерела водозабезпечення.

Лин (*Tinca tinca* L.) – костиста риба родини коропових (*Cyprinidae*). У Європі цей вид є досить звичайним представником річкової і озерної фауни. Лин тримається в тихих, зарослих м'якою підводною рослинністю затоках річок, старицях, протоках із слабкою течією. Добре себе почуває в озерах та великих водоймах, зарослих по берегах очеретом і осокою.

Даний вид зазвичай веде поодинокий, малорухомий спосіб життя. Тримається біля дна, серед чагарників, уникаючи яскравого світла. Лин невимогливий до вмісту кисню у воді, що дозволяє йому жити там, де багато інших видів риб вижити не можуть. Живиться донними безхребетними (личинками комах, черв'яками, моллюсками), добуваючи їх з мулу на глибині 7–9 см. Дорослі риби поїдають, окрім тваринних організмів, водні рослини і детрит, які можуть складати до 60 % раціону. Лин має досить високі харчові й смакові якості та істотне промислове значення, проте в останні роки улови невеликі і враховуються як додаткові. Поза сумнівом, що деяка кількість лінів, особливо дрібних, промисловою статистикою не враховується. При пошуках їжі лин проникає в найглибші замулені ділянки і якнайповніше використовує запаси донних організмів, і, розпушуючи донні відклади, покращує структуру мулу, сприяє збагаченню його киснем, кращому розвитку бентосних організмів та збільшенню продуктивності водоймища в цілому [5].

### **Матеріали і методи досліджень**

Робота базується на матеріалі з двох подібних за певними ознаками водойм Сумської (2011 р.) та Чернігівської (2012 р.) областей. Морфобіологічні вимірювання проводились на свіжому матеріалі за методикою І. Ф. Правдіна [1, 2, 3, 4, 6]. Статистичну обробку отриманих даних

проводили за загальноприйнятою схемою на комп'ютері з використанням програми Excel. Оцінку відмінностей між середніми значеннями параметрів у різних вибірках здійснювали за t-критерієм Стьюдента [7].

### Результати досліджень та їх обговорення

Перша водойма, звідки були відібрані зразки риб, розташована у м. Дружба Шосткінського району Сумської області та є водоймою-охолоджувачем цукрово-рафінадного заводу. Ця водойма є нижньою з трьох каскадних водойм-охолоджувачів цукрово-рафінадного заводу, які створені штучно, шляхом побудови дамби та перегородженням струмка. Площа водного дзеркала нижньої водойми становить 2 га. Нижня водойма має неправильну форму з 2 затоками, через які здійснюється водопостачання: через меншу (друга з верхніх водойм) – шляхом водоспуску шандорного типу та більшу затоку, з сусідньої водойми, через трубу діаметром 500 мм, для якої джерелом води є підземні ключі. Водовипуск шандорного типу функціонує так, на відміну від верхніх водойм, що воду повністю спустити неможливо, оскільки з цієї водойми насосна станція забирала воду для заводу (у подальшому струмок, що витікає з водойми, впадає до р. Івотка через декілька кілометрів від населеного пункту). Максимальна глибина 4 м, середня становить 1,5 м. Період льодоставу проходить із першої декади грудня до другої декади березня, товщина льоду складає 25–40 см. Температура води протягом вегетаційного сезону може коливатись від 0°C (взимку) до 22–27°C (влітку). У водоймі є велика кількість затонулих дерев. Площа заростання макрофітами – 5–10 %. Також на одному з берегів водойми розташований фруктовий сад та ферма великої рогатої худоби.

Іхтіологічний склад: під час дослідження було виявлено 10 видів риб. Найчисленнішою є родина представники коропових – 8 видів (карась сріблястий (*Carassius gibelio*), короп (*Cyprinus carpio*), верховодка (*Alburnus alburnus*), лин (*Tinca tinca*), краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus*), плітка (*Rutilus rutilus*), гірчак (*Rhodeus sericeus*), пічкур (*Gobio gobio*)); з окуневих – 1 вид (окунь (*Perca fluviatilis*)); зі щукових – 1 вид (щука (*Esox lucius*)). За відносною чисельністю домінують промислові види риб (краснопірка та плітка) – 40,0–45,5 %.

Друга водойма, розташована в балці без назви. В її нижній частині є русло, яке впадає в річку Смош з лівого берега. Водойма знаходиться біля с. Іваниця, у межах адміністративного Ічнянського району Чернігівської області. Загальна площа водойми складає 77,5 га. Його розміри: довжина – 3,0 км; ширина середня – 0,26 км (максимальна – 0,62 км, мінімальна – 0,09 км); максимальна глибина – 3,5 м; середня глибина – 2,1 м; об'єм водосховища при НІП – 1600 тис. м<sup>3</sup>. Гребля водосховища ґрунтова, довжина 345 м, максимальна висота 5,0 м, ширина гребеню 10 м. Виток у річку Смош відбувається через русловий шлюз шириною 8,0 м з клапанним затвором висотою 3,0 м. Взимку водойма вкривається кригою різної товщини. Початок льодоставу, зазвичай, відбувається у другій половині листопада, звільнення від льоду – у кінці березня. Максимальна товщина льоду – 35–50 см. Температура води протягом вегетаційного сезону може коливатись від 0°C (взимку) до +21–26°C (влітку). У водоймі є велика кількість затонулих дерев. Площа заростання макрофітами – 5–10 %.

На одному з берегів водойми розташована ферма великої рогатої худоби, на іншому – будинки. Під час досліджень іхтіологічна частина гідробіонтів становила 14 видів риб. Найчисленнішою є родина коропових – 10 видів (короп, карась сріблястий, строкатий товстолоб, білий амур, лин, краснопірка, плітка, верховодка, гірчак, пічкур; з окуневих – 2 види (окунь та йорж звичайний), з в'юнових – 1 вид (щипавка), зі щукових – 1 вид (щука). За відносною чисельністю домінують промислові види риб (карась і лин) – 88,5–99,4%.

Отже, хоча ці водойми є різними за площею, проте загальна картина подібна, як і основний фактор, такий, як ізольованість популяції риби (більше 15 років).

Меристичні характеристики лина з водойм Сумщини та Чернігівщини подані нижче у таблиці 1. Ці ознаки риб із досліджуваних водойм показали, що їх відмінності за t-критерієм були статистично не достовірні. Насамперед це стосується плавців, оскільки, як відомо, статевий диморфізм у лина виражається у більшій кількості твердих променів на черевних плавцях. Разом з тим, кількість самців та самок була неоднакова і становила 70 % самок та 30 % самців.

Меристичні ознаки лина водойм Сумщини та Чернігівщини (абсолютні величини)

Проміри	Статистична обробка			
	Лин з Сумщини		Лин з Чернігівщини	
	М	lim	М	lim
Луска в бічній лінії (1.1)	120	100–140	125	95–145
Луска над бічною лінією (Squ1)	26	21–30	18	12–25
Луска під бічною лінією (Squ2)	19	16–23	15	8–23
Луска хвостового стебла (Squ pi)	11	8–14	11	6–16
Променів у спинному плавці (D)	II 8	8–9	II 9	8–10
Променів в анальному плавці (A)	II 8	7–8	III 7	6–8
Променів у грудному плавці (P)	II 15	15–16	II 15	13–17
Променів у черевному плавці (V)	II 9	8–9	III 7	7–8
Променів у хвостовому плавці (C)	20	20	25	25

Пластичні ознаки лина з водойм Сумщини та Чернігівщини подані в таблиці 2. Загалом було обміряно 32 пластичні ознаки лина, серед яких: 24 ознаки тулуба та 9 ознак, які відносяться до голови.

Можна стверджувати, що з 24 ознак лінії тулуба, найбільше відрізняються показниками 14 ознак та 7 ознаками показників голови. Ознаки, які найбільше відрізняються по тулубу: довжина тулуба, яка у лина з Сумщини більша –  $t=3,20$ , антианальна відстань  $t=5,25$ ; пектровентральна та вентроанальна відстань, відповідно,  $t=5,90$  та  $14,88$ ; довжина основи спинного плавця, грудного, черевного та хвостового,  $t=2,55$ – $6,20$ . У свою чергу, лин з водойми Чернігівщини переважав над лином з Сумщини за такими показниками, як довжина хвостового стебла  $t=15,41$ ; висота спинного та довжина основи анального плавця, відповідно,  $2,27$  та  $3,28$  і довжина голови  $2,07$ . У відношенні до голови, лин із Сумщини переважає над лином із Чернігівщини: довжина рила  $t=6,34$ , позаочна відстань –  $11,12$ , ширина чола –  $3,75$ , висота голови  $t=10,04$ , висота голови біля потилиці –  $15,75$ , і, навпаки, лин з Чернігівщини переважає над лином із Сумщини лише за діаметром ока  $t=4,50$ .

Таблиця 2

Пластичні ознаки лина із водойм Сумщини та Чернігівщини (відносні величини)

Проміри	Статистична обробка								t-div
	Сумщина (n=46, обидві статі)				Чернігівщина (n=26, обидві статі)				
	М, %	lim	$\pm m$	$\sigma$	М, %	lim	$\pm m$	$\sigma$	
У % від довжина тіла (lc)									
Довжина стандартна (мл) (l)		155–239				40–300			
Довжина зоологічна (L)	118,85	107,89–126,92	0,02	0,11	117,83	110,71–127,45	4,84	1,34	-0,26
Довжина тіла (l <sub>сog</sub> )	74,77	65,52–84,38	0,01	0,10	69,79	58,14–82,61	7,44	2,06	3,20
Найбільша висота тіла (H)	31,04	28,19–37,20	0,13	0,89	31,42	28,98–38,89	3,41	0,94	-0,93
Найменша висота тіла (h)	14,08	11,03–17,19	0,02	0,15	14,50	9,76–21,67	3,32	0,92	-0,68
Найбільша товщина тіла (iH)	14,99	8,00–18,46	0,20	1,39	14,85	13,64–17,65	1,30	0,36	-0,81
Обхват тіла (C <sub>сog</sub> )	80,30	71,72–104,00	0,00	0,02	67,44	63,41–81,63	4,72	1,31	7,23
Антидорсальна відстань (aD)	56,95	51,85–63,46	0,02	0,12	55,95	52,27–68,63	5,02	1,39	0,52
Постдорсальна відстань (pD)	33,71	23,08–41,74	0,20	1,40	31,08	24,49–39,22	4,29	1,19	1,50
Антипектральна відстань (aP)	24,91	23,08–30,43	0,02	0,14	25,52	19,67–33,33	4,47	1,24	-0,53
Антивентральна відстань (aV)	52,28	46,88–56,52	0,02	0,13	50,49	46,94–60,98	4,13	1,14	1,16
Антианальна відстань (aA)	76,13	69,57–84,21	0,06	0,39	67,76	55,10–81,82	7,69	2,13	5,53
Довжина хвостового стебла (pi)	19,14	13,85–38,46	0,43	3,04	33,87	32,61–39,22	1,95	0,54	-15,41
Пектровентральна відстань (PV)	25,72	22,82–28,57	0,00	0,03	18,96	14,67–23,53	3,12	0,87	5,90
Вентроанальна відстань (VA)	26,32	22,73–30,77	0,11	0,77	13,09	10,87–17,07	1,77	0,49	14,88
Довжина основи спинного плавця (ID)	17,50	13,04–40,00	0,60	4,23	11,49	9,76–15,00	1,61	0,45	5,45

## БОТАНІКА

*Продовження таблиці 2*

Висота спинного плавця (hD)	18,75	10,00–23,08	0,03	0,21	20,81	16,33–26,09	2,64	0,73	-2,27
Довжина основи анального плавця (IA)	10,46	7,41–13,04	0,02	0,14	16,78	6,82–31,37	10,95	3,04	-3,28
Висота анального плавця (hA)	15,88	11,33–20,99	0,05	0,38	14,65	13,57–18,75	1,76	0,49	0,77
Довжина грудного плавця (IP)	17,93	13,42–22,00	0,02	0,15	10,27	7,32–13,73	2,20	0,61	6,20
Довжина черевного плавця (IV)	17,72	12,08–21,05	0,09	0,66	12,91	11,36–15,69	1,47	0,41	3,79
Довжина хвостового плавця (IC1)	20,89	15,44–25,78	0,00	0,03	16,98	13,04–21,02	2,27	0,63	2,55
Довжина хвостового плавця (IC2)	20,42	14,09–25,00	0,02	0,11	15,05	10,87–18,75	2,27	0,63	3,87
Довжина голови (Ic)	25,13	17,45–30,77	0,13	0,90	27,13	22,50–32,65	3,73	1,03	-2,07

В % від довжина голови (Ic)

Довжина голови (мм) (Ic)		35–56				11,00–72,00			
Довжина риля (I r)	36,98	29,41–51,85	0,27	1,87	30,37	27,27–31,34	1,23	0,34	6,34
Діаметр ока (do)	17,18	12,50–26,92	0,09	0,61	24,57	21,43–31,25	3,35	0,93	-4,50
Позаочна відстань (po)	58,54	47,06–85,19	0,36	2,52	40,20	37,50–50,00	4,24	1,18	11,12
Ширина чола (io)	49,48	32,50–85,19	0,39	2,74	45,39	37,50–54,55	4,52	1,25	3,75
Висота чола (ho)	55,57	17,14–87,14	0,26	1,79	9,68	7,27–15,38	2,95	0,82	10,04
Висота голови біля потилиці (hc)	80,64	62,50–97,30	0,26	1,81	65,84	61,11–76,92	6,21	1,72	15,75
Довжина верхньої щелепи (mx)	23,02	11,43–37,04	0,25	1,72	21,94	18,18–23,81	2,04	0,57	7,97
Довжина нижньої щелепи (mn)	15,68	8,57–25,71	0,27	1,88	22,90	18,18–25,00	1,74	0,48	0,71

### Висновки

Лин із водойми на Сумщині має більшу довжину тіла, зміщений спинний та анальний плавці до хвостового стебла, збільшені грудні, черевні та хвостовий плавці, що свідчить про більш рухливий спосіб життя. Голова, хоча й менша, проте вона більш пристосована для пошуку їжі. Лин із водойми з Чернігівської області має більш видовжені хвостове стебло, висоту спинного та анального плавців, що свідчить про те, що він є більш осілим й рухається по водоймі сезонно, голова більша, проте й діаметр ока великий, що свідчить про те, що лин знаходиться на більшій глибині, ніж лин із водойми з Сумщини.

1. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. 208 с.
2. Маркевич О. П., Короткий Й. І. Визначник прісноводних риб УРСР. Київ : Рад. шк., 1954. 208 с.
3. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних лімітів промислового виловлення риб з великих водосховищ і лиманів України. Київ : ІРГ УААН, 1998. 47 с.
4. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.
5. Мовчан Ю. В. Риби України (визначник-довідник). Київ : Вид-во «Золоті ворота», 2011. 444 с.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : «Пищепром», 1966. 345 с.
7. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии. М. : МГУ, 1978. 264 с.

### References

1. Koblickaja A. F. Opredelitel molodi presnovodnyh ryb. M. : Leg. i pishh. prom-st, 1981. 208 s. [in Russian]
2. Markevych O. P., Korotkyi Y. I. Vyznachnyk prisnovodnykh ryb URSR. Kyiv : Rad. shk., 1954. 208 s. [in Ukrainian]
3. Metodyka zboru i obrobky ikhtiologichnykh i hidrobiologichnykh limitiv promyslovoho vyluchennia ryb z velykykh vodoskhovyshch i lymaniv Ukrainy. Kyiv : IRH UAAN, 1998. 47 s. [in Ukrainian]
4. Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevyykh vod / za red. V. D. Romanenka. Kyiv : LOHOS, 2006. 408 s. [in Ukrainian]
5. Movchan Yu. V. Ryby Ukrainy (vyznachnyk-dovidnyk). Kyiv : Vyd-vo «Zoloti vorota», 2011. 444 s. [in Ukrainian]
6. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniju ryb. M. : «Pishheprom», 1966. 345 s. [in Russian]
7. Plohinskij N. A. Matematicheskie metody v biologii. M. : MGU, 1978. 264 s. [in Russian]

<sup>1</sup>M. B. Khalturin, <sup>1</sup>P. G. Shevchenko, <sup>2</sup>V. V. Sondak, <sup>1</sup>A. A. Klymkovetskyi

<sup>1</sup>National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine

#### MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TENCH (*TINCA TINCA* L.) OF SUMY AND CHERNIHIV REGIONS

The purpose of the work was to conduct a morphobiological analysis of tench from two reservoirs of the Sumy (2011) and Chernihiv (2012) regions, which, according to certain characteristics, are similar.

It can be argued that out of 24 signs belonging to the body, 14 signs and 7 signs on the head differ the most. Features that differ the most in terms of body parameters: body length, which is greater in the Sumy tench than in Chernihiv, antianal distance, pectroventral and ventroanal distance, length of the base of the fins – dorsal, pectoral, abdominal and caudal. In turn, tench from the reservoirs of Chernihiv region prevailed over tench from Sumy region according to such indicators as the length of the tail stalk, the height of the dorsal fin and the length of the base of the anal fin, and the length of the head. In relation to the head, the tench from Sumy region prevails over Chernihiv region in terms of: snout length, extraocular distance, forehead width, head height, height of the head near the back of the head, and, conversely, the tench from Chernihiv region prevails over the tench from Sumy region only in terms of eye diameter.

Tench from the reservoir of the Sumy region has a longer body length, displaced dorsal and anal fins to the tail stem, enlarged pectoral, abdominal and tail fins, which indicates a more mobile lifestyle. The head, although smaller, is more adapted for finding food. The tench from the Chernihiv region has a more elongated tail stem, the height of the dorsal and anal fins, which indicates that it is more settled and moves around the pond seasonally, the head is larger, but the diameter of the eye is also large, which indicates that the tench is on greater depth than the tench from the reservoir of the Sumy region.

*Key words: morphobiology, tench, sources of water supply.*

Надійшла 05.12.2022.

# ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

УДК [612.1:612.019]:378.091.212

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.8

О. В. ГУЛЬКА, Н. М. ГРАБИК, І. Я. ГРУБАР

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027  
e-mail: olhahulka@ukr.net

## **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ СТУДЕНТОК ПЕРШОГО РОКУ НАВЧАННЯ ІЗ РІЗНИМ ТИПОМ ГЕМОДИНАМІКИ**

У статті розглянуто відмінності регуляторних механізмів серцево-судинних реакцій та варіабельності ритму серця в студенток першого року навчання. Встановлено, що у досліджуваних осіб з еукінетичним типом центральної гемодинаміки адаптація до умов навчання в закладі вищої освіти забезпечувалась оптимальними пристосувальними механізмами – невисокі значення ЧСС, СОК, ХОК та ВРС, що свідчили про переважання активності парасимпатичної ланки регуляції. У групі досліджуваних із гіперкінетичним типом зафіксовані вищі показники ЧСС та значення СОК, ХОК, ВРС ( $p \leq 0,05$ ), що вказували на посилення роботи системи кровообігу та активність симпатичної ланки АНС.

*Ключові слова:* організм, функціональний стан, центральна гемодинаміка, студенти.

Вступ до закладу вищої освіти є новим етапом у житті молодих людей. У зв'язку з цим чимало змін відбувається як у соціальній сфері, так і у психофізіологічному стані організму студентів [4, 14, 15]. Пристосувальні процеси, які відбуваються в організмі за дії стресових впливів, є багаторівневими та супроводжуються значним напруженням систем організму. Згідно концепції функціональних систем, підтримання рівноваги та стабільності функціонування організму за умов впливу середовища можливі завдяки створенню тимчасових міжсистемних та внутрішньосистемних зв'язків. Формування таких взаємодій є основою розвитку пристосувальних реакцій. Найяскравіше будь-які функціональні зрушення організму проявляються в змінах стану та функцій серцево-судинної системи (ССС) [7, 13]. Розвиток термінових та тривалих адаптивних реакцій можна оцінити за показниками, які характеризують стан гемодинамічних функцій та регуляторних впливів автономної нервової системи (АНС). Підтримання гомеостазу, як відомо, відбувається за рахунок функціональних резервів організму. Чим нижчим є рівень адаптаційних можливостей, тим швидше розвиватимуться дезадаптивні реакції [13].

Під впливом стресу можливі різні траєкторії серцево-судинних та гемодинамічних відповідей [16]. Система кровообігу однією з перших залучається до формування пристосувальних реакцій під рефлекторно-регуляторним контролем АНС. У процесі дослідження встановлено, що у стані спокою в дівчат із гіперкінетичним типом кровообігу були вищі показники ударного об'єму крові та індексу подвійного добутку, а з гіпокінетичним – низькими були показники ударного і хвилинного об'єму крові, серцевого індексу й показники подвійного добутку [6]. Науковці зазначають, що за гіперкінетичного типу кровообігу серце працює в найменш економному режимі й діапазон компенсаторних можливостей у нього

обмежений [12]. До того ж у осіб із таким типом кровообігу переважає активність симпатoadреналової системи [6]. Тобто індивіди з різним типом кровообігу характеризуються різними адаптаційними можливостями, і, відповідно, різним ступенем стійкості до дії екстремальних впливів. Для студентів першого року навчання таким екстремальним чинником є умови навчальної діяльності за фахом у ЗВО.

Багато науковців досліджували особливості функціонування організму студентів залежно від режимів праці та відпочинку, тренувальних навантажень, розумового та психоемоційного напруження й інших чинників, які є предикантами погіршення стану здоров'я та розвитку багатьох захворювань [2–5, 9, 12, 15–17]. Пристосування організму до умов середовища в студентів супроводжується напруженням компенсаторних реакцій [3], залежним від типу гемодинаміки.

З огляду на зазначене, проблема оцінки стану серцево-судинної системи та регуляторних впливів на ритм серця залежно від типу центральної гемодинаміки в студентів першого року навчання є актуальною.

Мета дослідження – встановити відмінності функціонального стану серцево-судинної системи та регуляторних впливів АНС на ритм серця студенток першого року навчання із різним типом гемодинаміки.

### Матеріали і методи досліджень

Обстежено 125 студенток I курсу Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Середній вік обстежених  $17,2 \pm 0,3$  років. Для обстеження були обрані студенти, навчальна діяльність яких має організаційні та дидактичні відмінності фахової підготовки: іноземні мови (ІМ,  $n=32$ ), фізичне виховання (ФВ,  $n=33$ ), фізика і математика (ФМ,  $n=30$ ), хімія і біологія (ХБ,  $n=30$ ).

Для оцінки показників центральної гемодинаміки в стані спокою були отримані наступні показники: ріст і маса тіла, частота серцевих скорочень (ЧСС), артеріальний тиск систолічний (АТс), діастолічний (АТд). На їх основі розраховано артеріальний тиск пульсовий (АТп), систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), площа поверхні тіла (S), серцевий індекс (СІ). Показники СОК розраховували за формулою, модифікованою Маліковим В. М. із співавторами [10].

За показниками СІ контингент досліджуваних поділили на групи за типом гемодинаміки [14]: гіпокінетичний (Гіпок,  $n=2$ ), еукінетичний (Еук,  $n=70$ ) та гіперкінетичний (Гіперк,  $n=53$ ). Оскільки до першої групи увійшли лише 2 студентки, то їх результати не враховували при порівнянні з іншими групами.

Адаптаційний потенціал (АП), якій характеризує рівень функціонування системи кровообігу, визначали формулою, запропонованою Баєвським Р. М. [13]. Для оцінки рівня обмінно-енергетичних процесів у міокарді розраховували індекс Робінсона (подвійний добуток, ПД) [10].

Регуляторні впливи АНС визначали за показниками ритму серця, які були отримані за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу «Омега-М» відповідно до рекомендацій Європейської та Північноамериканської асоціації кардіологів [12, 18]. Проводили реєстрацію та запис 300 кардіоінтервалів. Це дозволяє отримати інформацію щодо наявності дихальних хвиль, повільних хвиль I і II порядків, які характеризують стан вазомоторних центрів регуляції артеріального тиску [7]. Оцінка варіабельності ритму серця (ВРС) дає можливість охарактеризувати різні рівні та ланки регуляторних впливів.

Також аналізували показники, розраховані зазначеним комплексом за формулами, запропонованими Баєвським Р. М.: вегетативний показник ритму (ВІР), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), показник адекватності процесів регуляції (ПАІР), індекс напруження (ІН) [12].

Обстеження студенток проводили в першій половині дня з 9 до 12 год із дотриманням відповідних вимог [12, 18].

Статистичний аналіз отриманих даних проводили з використанням програми для статистичної обробки інформації Statistica 6.1 (StatSoft, Inc., США). Опрацювання результатів вимірювань починали з перевірки припущення про відповідність закону нормального розподілу



отриманих вибірок (критерій Шапіро–Уїлка). Показники з нормальним розподілом описували середнім арифметичним та похибкою ( $S \pm m$ ), достовірність відмінностей визначали за t-критерієм Стьюдента. Якщо хоча б один із показників не відповідав критерію нормального розподілу, то описували їх непараметричними характеристиками – медіаною (Me) та інтерквартильним розмахом (25-ий та 75-ий процентилі). Для порівняння незалежних вибірок використовували критерій Манна–Уїтні [1]. Відмінності між вибірками вважали достовірними при  $p \leq 0,05$ .

### Результати досліджень та їх обговорення

Дані вимірювань росту та маси тіла мали нормальний розподіл, тому описувались середнім арифметичним та похибкою. У групі з еукінетичним типом гемодинаміки досліджувані мали середні значення росту  $164,7 \pm 5,11$  см, маси тіла  $54,7 \pm 5,01$  кг. У групі з гіперкінетичним, відповідно, –  $165,0 \pm 7,03$  см та  $54,7 \pm 4,06$ , кг. Отримані результати у групах Еук та Гіперк показали відсутність достовірних відмінностей показників (t-критерій Стьюдента,  $p \geq 0,05$ ). Це вказувало на те, що обстежені студентки становлять одну генеральну вибірку [1].

Показники артеріального тиску (табл. 1) також достовірно не відрізнялись ( $p \geq 0,05$ ) та знаходились в межах вікових норм [8]. Чутливість артеріального тиску відображає формування судинних відповідей на стрес. Не завжди низькі значення АТ є свідченням розгортання оптимальних адаптивних реакцій [16]. Так, у дослідженні [15] було виявлено, що соціальні стреси пов'язані з меншою реактивністю АТс. Тому необхідно комплексно розглядати гемодинамічні показники з іншими, які характеризуватимуть чутливість міокарда та стан роботи серця.

Таблиця 1

Показники студенток-першокурсниць з різним типом гемодинаміки Me (25 %; 75 %)

Показники	Еук (n=70)	Гіперк (n=53)
АТс, мм рт.ст.	124 (119; 132)	128 (122; 134)
АТд, мм рт.ст.	75 (70; 79)	74 (62; 83)
АТп, мм рт.ст.	49 (44; 57)	53 (49; 58)
ЧСС, уд/хв	75 (69; 80)*	89 (82; 97)*
СОК, мл/хв	65,2 (59,8; 72,3)*	70,0 (63,6; 74,6)*
ХОК, л/хв	4,81 (4,54; 5,32)*	6,06 (5,64; 6,32)*
АП, ум.од.	2,17 (1,98; 2,25)*	2,42 (2,10; 2,66)*
ПД, ум.од.	93,0 (85,1; 101,5)*	120,2 (97,6; 130,0)*
Мо, мс	760 (700; 840) *	680 (560; 720)*
АМо, %	25,98 (22,37; 33,45)*	30,07 (26,69; 35,47)*
ВР, мс	273 (223; 317)*	255 (203; 294)*
RRNN, мс	777 (710; 842)*	672 (583; 720)*
SDNN, ум.од.	56,8 (47,3; 70,1)	53,3 (44,1; 63,3)
RMSSD, мс	48,5 (38,1; 62,5)*	30,3 (22,3; 43,5)*
NN50	78 (47; 111)*	32 (7; 65)*
pNN50, %	31 (17; 40)*	11 (2; 22)*
HVR-індекс,	15 (12; 17)	13 (11; 15)
HF, мс <sup>2</sup>	878 (492; 1261)*	273 (207; 562)*
LF, мс <sup>2</sup>	842 (490; 1605)	824 (580; 1200)
VLF, мс <sup>2</sup>	971 (589; 1559)	1275 (678; 1730)
LF/HF,	1,18 (0,63; 2,43)*	2,99 (1,93; 3,91)*
TP, мс <sup>2</sup> ум.од.	2927 (1925; 4708)	2615 (1864; 3506)
HF, %	27 (18; 38)*	12 (8; 21)*
LF, %	29 (22; 39)	35 (27; 41)

## ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

VLF, %	43 (28; 51)*	50 (37; 61)*
ІВР, ум.од.	100,1 (72,1; 147,8)*	117,9 (91,9; 178,2)*
ВІР, ум.од.	0,33 (0,28; 0,42)*	0,38 (0,31; 0,44)*
ПАІР, ум.од.	34,0 (27,0; 48,1)*	45,2 (38,9; 53,7)*
ІН, ум.од.	63,0 (39,6; 98,7)*	86,9 (75,6; 117,2)*

*Примітка:* \* – достовірні відмінності між показниками при  $p \leq 0,05$  (критерій Манна-Уїтні).

Відмінності між групами проявились у показниках пульсу та серцевої діяльності ( $p \leq 0,05$ ). У групі з еукінетичним типом регуляції нижчі значення ЧСС, СОК та ХОК ( $p \leq 0,05$ ) можуть бути результатом економічності роботи системи кровообігу в стані спокою. Високі значення даних показників у групі з гіперкінетичним типом пов'язані із посиленням гемодинаміки за рахунок більшої ЧСС (89 (82; 97), уд./хв), що є нераціональним та ресурсно затратним для організму. Подібні результати були отримані й іншими дослідниками [2, 6].

Адаптаційний потенціал в обох групах знаходився в межах задовільної адаптації – до 2,59 ум.од. [10, 13]. Тоді як показники індекса Робінсона або подвійного добутка (ПД) вказували на недостатні функціональні резерви серця в групі Еук (93,0 (85,1; 101,5), ум.од.) та порушення регуляції діяльності ССС у групі Гіперк (120,2 (97,6; 130,0), ум.од.) [10]. Отже, підтримання належного рівня функціонування організму в дівчат першої групи відбувався при посиленні енергетично-обмінних процесів, тоді як у другій групі регуляторні впливи супроводжувались значним напруженням обмінних процесів серця та систем організму [5].

Серед показників варіаційної пульсометрії в групі Еук більшими були показники Мо, RRNN, ВР, RMSSD, NN<sub>50</sub>, pNN<sub>50</sub> ( $p \leq 0,05$ ), які характеризують тривалість кардіоінтервалів та переважаючий вплив парасимпатичної ланки регуляції на ритм серця. У групі Гіперк достовірно більшим виявився показник АМо ( $p \leq 0,05$ ), що вказувало на переважаючий вплив нервового каналу регуляції [5, 13].

Аналіз спектральних показників показав, що у студенток з еукінетичним типом гемодинаміки більше виражена дихальна періодика як в абсолютних (HF, мс<sup>2</sup>), так і у відносних значеннях (HF, %), порівняно із групою з гіперкінетичним типом ( $p \leq 0,05$ ).

Показник LF/HF вказує на переважання активності однієї з ланок АНС. У групі Еук співвідношення LF/HF (1,18 (0,63; 2,43), ум.од.) свідчило про переважання активності парасимпатичної ланки регуляції, у групі Гіперк (2,99 (1,93; 3,91), ум.од.) – симпатичної. Високі відносні значення VLF (50 (37; 61), %) у дівчат групи Гіперк є результатом посилення ультранизькочастотних коливань недихальної періодики в управлінні ритмом серця [6]. Переважаючий вплив симпатикотонії у них супроводжувався включенням вищих надсегментарних рівнів управління, що вказувало на залучення нейрогуморальних механізмів та посилення метаболічних процесів у регуляцію та управління ритмом серця [13]. У дівчат групи Еук показники ВРС вказували на переважання парасимпатикотонії в регуляції серцевого ритму.

Показники вегетативного гомеостазу відображаються у показниках, що розраховані за формулами Баєвського Р. М. [13]. Дівчата групи з гіперкінетичним типом гемодинаміки мали достовірно більші показники ІВР, ВІР, ПАІР та ІН, порівнюючи із групою з еукінетичним ( $p \leq 0,05$ ). Хоча дані показники в обох групах знаходилися в межах норми [11], однак у групі Гіперк вони наближались до верхньої межі, що вказувало на посилення напруження регуляторних механізмів у підтриманні вегетативного гомеостазу та напруження функціональних резервів організму загалом [13].

При аналізі розподілу студенток різних спеціальностей за досліджуваними групами (табл. 2), отримали такі результати: у групі з еукінетичним типом гемодинаміки 31,4 % становили студентки ФВ, 30 % – ФМ, 20 % – ХБ, 18,6 % – ІМ; у групі гіперкінетичним: 37,7 % – ІМ, 26,4 % – ХБ, 18,9 % – ФВ, 17 % – ФМ.

Розподіл студенток у групах із різним типом центральної гемодинаміки (у %)

Еукінетичний (n=70)				Гіперкінетичний (n=53)			
ІМ (n=13)	ФВ (n=22)	ФМ (n=21)	ХБ (n=14)	ІМ (n=20)	ФВ (n=10)	ФМ (n=9)	ХБ (n=14)
18,6	37,4	30,0	20,0	37,7	18,9	17,0	26,4

У групі з еукінетичним типом гемодинаміки, для якої характерні були оптимальні механізми формування гемокінетичних реакцій та управління ритмом серця на автономному рівні, найбільше було зафіксовано студенток спеціальностей ФВ та ФМ, які разом склали 61,4 %. Переважання дівчат ФВ є передбачуваним: через систематичну високу рухову активність, яка є специфічною для їхньої навчальної діяльності, організм працює економніше, що проявляється у зниженні показників центральної гемодинаміки в стані спокою [9]. Пояснити велику кількість дівчат ФМ у цій групі можна також відносно високою руховою активністю: момент обстеження на фізико-математичному факультеті проводилися 3 заняття фізичною культурою на тиждень.

Серед студенток у групі – гіперкінетичним типом гемодинаміки найбільше було студенток ІМ та ХБ (разом 64,1 %). Для дівчат даної групи характерне переважання симпатикотонії та напруження регуляторних механізмів у формуванні пристосувальних реакцій, що було зафіксовано у більшості студенток ІМ та ХБ. Можливою причиною такої ситуації був когнітивний стрес [14, 16], який був викликаний зміною навчального середовища та впливом специфіки навчальних навантажень.

### Висновки

Відмінності формування вегетативного балансу та регуляторних впливів пристосувальних реакцій серцево-судинної системи проявляються залежно від типу гемодинаміки.

Виявлено, що у студенток з еукінетичним типом центральної гемодинаміки робота системи кровообігу характеризувалась економічністю, високою активністю автономного контура регуляції з переважанням дихальної періодики у формуванні ритму серця та парасимпатичної ланки регуляції.

У групі з гіперкінетичним типом центральної гемодинаміки у студенток спостерігали посиленням функцій кровообігу за рахунок більшої ЧСС. Висока симпатикотонічна активність супроводжувалась посиленням церебральних ерготропних впливів та напруженням регуляторних механізмів підтримання вегетативного гомеостазу. Згідно з отриманими результатами, можемо констатувати, що студентки даної групи знаходилися в зоні ризику щодо стану здоров'я.

Таким чином, на формування регуляторних механізмів у підтриманні гомеостазу впливають не лише функціональні можливості організму, але зовнішні чинники, до яких належать специфічні фахові умови навчального середовища.

1. Гойко О. В. Практичне використання пакета STATISTICA для аналізу медико-біологічних даних: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ, 2004. 76 с.
2. Гончаренко М. С., Чикало Т. М. Дослідження адаптаційних можливостей та фрактальних характеристик кардіоритму студентів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна з різними типами кровообігу. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Біологія.* 2011. С. 170–175.
3. Гулька О. В. Фізіологічна адаптація організму студенток з різними типами вегетативної регуляції. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія.* 2017. № 3 (70). С. 185–191.
4. Жукембаева А. М. и др. Влияние экзаменационного стресса на психологическое состояние и гемодинамические показатели у студенток I курса. *Вестник КазНМУ.* 2021. № 2. С. 336–339.
5. Коваленко С. О., Кудій Л. І. Варіабельність серцевого ритму. Методичні аспекти. Черкаси : Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, 2016. 296 с.
6. Ковальчук В. В. Показники кардіоінтервалографії у практично здорових юнаків і дівчат з різними типами гемодинаміки: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.03. Вінниця, 2018. 181 с.

7. Корпан А. С., Невойт Г. В., Тесленко Ю. В., Потяженко М. М. Загальна електромагнітна потужність серця як перспективний параметр оцінки функціонального стану пацієнта при клінічному обстеженні: гносеологія, клінічне значення. *Актуальні проблеми сучасної медицини. Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2022. Т. 22, Вип. 3–4 (79–80). С. 70–74.
8. Коцан І. Я., Швайко С. Є., Дмитроца О. Р. Вікова фізіологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Луцьк : Вежа-Друк, 2013. 376 с.
9. Латіна Г. О. Оцінка вегетативної регуляції ритму студентів-спортсменів при фізичному навантаженні. *Наука і освіта*. 2012. № 4. С. 108–111.
10. Маліков М. В., Богдановська Н. В., Святєв А. В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті. Запоріжжя : ЗДУ, 2006. 227 с.
11. Система комплексного комп'ютерного дослідження функціонального стану організму людини «Омега-М». СПб : Научно-исследов. лаборатория «Динамика», 2001. 67 с.
12. Шінкарук-Диковицька М. М. Показники варіабельності серцевого ритму у практично здорових підлітків з різними типами гемодинаміки. *Biomedical and biosocial anthropology*. 2008. № 10. С. 131–138.
13. Baevsky R. M., Chernikova, A. G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017. 10. 66–67.
14. Ginty A. T., Tyra A. T., Young D. A., Brindle R. C., de Rooij SR, Williams S. E. Cardiovascular reactions to acute psychological stress and academic achievement. *Psychophysiology*. 2022 Oct;59(10):e14064.
15. Lü W, Wang Z, Hughes BM. The association between openness and physiological responses to recurrent social stress. *International Journal of Psychophysiology*. 2016 Aug 31;106:135–40.
16. O'Súilleabháin PS, Howard S, Hughes BM. Openness to experience and stress responsivity: An examination of cardiovascular and underlying hemodynamic trajectories within an acute stress exposure. *PLoS One*. 2018. Jun 18;13(6):e0199221.
17. Périard J. D, Travers G. J, Racinais S. Cardiovascular adaptations supporting human exercise-heat acclimation. *Autonomic neuroscience : basic & clinical*. 2016. 12. P. 10.1016.
18. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*. 1996. 93. 1043–1065.

## References

1. Hoyer O. V. Praktychne vykorystannia paketa STATISTICA dlia analizu medyko-biologichnykh danykh: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv. Kyiv, 2004. 76 s. [in Ukrainian]
2. Honcharenko M. S., Chykalov T. M. Doslidzhennia adaptatsiinykh mozhlyvostei ta fraktalnykh kharakterystyk kardiorytmu studentiv Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina z riznymy typamy krovoobihu. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya: Biologhiia*. 2011. S. 170–175. [in Ukrainian]
3. Hulka O. V. Fiziologichna adaptatsiia orhanizmu studentok z riznymy typamy vehetatyvnoi rehuliatcii. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedagogichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya: Biologhiia*. 2017. No 3 (70). S. 185–191. [in Ukrainian]
4. Zhukembaeva A. M. i dr. Vliianie ekzamenatsionnogo stressa na psikhologicheskoe sostoianie i gemodinamicheskie pokazateli u studentok I kursa. *Vestnik KazNMU*. 2021. No 2. S. 336–339. [in Russian]
5. Kovalenko S. O., Kudii L. I. Variabelnist sertshevoho rytmu. Metodichni aspekty. Cherkasy : Cherkaskyi natsionalnyi universytet im. B. Khmelnytskoho, 2016. 296 s. [in Ukrainian]
6. Kovalchuk V. V. Pokaznyky kardiointervalohrafiu i praktychno zdorovykh yunakiv i divchat z riznymy typamy hemodynamiky: dys. ... kand. med. nauk: 14.03.03. Vinnytsia, 2018. 181 s. [in Ukrainian]
7. Korpan A. S., Nevoit H. V., Teslenko Yu. V., Potiazhenko M. M. Zahalna elektromahnitna potuzhnist sertsia iak perspektyvnyi parametr otsinky funktsionalnoho stanu patsiiienta pry klinichnomu obstezhenni: hnoseologhiia, klinichne znachennia. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny. Visnyk Ukrain'skoi medychnoi stomatologichnoi akademii*. 2022. T. 22, Vyp. 3–4 (79–80). S. 70–74. [in Ukrainian]
8. Kotsan I. Ya., Shvaiko S. Ie., Dmytrotso O. R. Vikova fiziologhiia: navch. posib. dlia stud. vyshch. navch. zakl. Lutsk : Vezha-Druk, 2013. 376 s. [in Ukrainian]
9. Latina H. O. Otsinka vehetatyvnoi rehuliatcii rytmu studentiv-sportsmeniv pry fizychnomu navantazhenni. *Nauka i osvita*. 2012. No 4. S. 108–111. [in Ukrainian]
10. Malikov M. V., Bohdanovska N. V., Svatiev A. V. Funktsionalna diahnostyka u fizychnomu vykhovanni i sporti. Zaporizhzhia : ZDU, 2006. 227 s. [in Ukrainian]
11. Sistema kompleksnogo kompiuternogo issledovaniia funktsionalnogo sostoianniia organizma cheloveka «Omega-M». Spb : Nauchno-issledov. laboratoriiia «Dinamika», 2001. 67 s. [in Russian]

12. Shinkaruk-Dykovytska M. M. Pokaznyky variabelnosti sertsevoho rytmu u praktychno zdorovykh pidlitkiv z riznymy typamy hemodynamiky. *Biomedical and biosocial anthropology*. 2008. No 10. S. 131–138. [in Ukrainian]
13. Baevsky R. M., Chernikova, A. G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017. 10. 66–67.
14. Ginty A. T, Tyra A. T, Young D. A, Brindle R. C, de Rooij SR, Williams S .E. Cardiovascular reactions to acute psychological stress and academic achievement. *Psychophysiology*. 2022 Oct;59(10):e14064.
15. Lü W, Wang Z, Hughes BM. The association between openness and physiological responses to recurrent social stress. *International Journal of Psychophysiology*. 2016 Aug 31;106:135–40.
16. O'Súilleabháin PS, Howard S, Hughes BM. Openness to experience and stress responsivity: An examination of cardiovascular and underlying hemodynamic trajectories within an acute stress exposure. *PLoS One*. 2018. Jun 18;13(6):e0199221.
17. Périard J. D, Travers G. J, Racinais S. Cardiovascular adaptations supporting human exercise-heat acclimation. *Autonomic neuroscience : basic & clinical*. 2016. 12. P. 10.1016.
18. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*. 1996. 93. 1043–1065.

*O. V. Hulka, N. M. Hrabyk, I. Ya. Hrubar*

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

#### COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE BODY OF FIRST-YEAR STUDENTS WITH DIFFERENT TYPES OF HEMODYNAMICS

Differences in the regulatory effects of cardiovascular mechanisms and heart rate variability in female students of the first year of study are considered in this article. A lot of changes occur in the social sphere and in the psychophysiological state of the students' bodies after admission to the higher educational school. Adaptive processes are multi-level and are accompanied by stress on body systems. The most striking functional changes in the body are manifested in changes in the state and functions of the cardiovascular system. The circulatory system is one of the first to be involved in the formation of adaptive reactions under the reflex-regulatory control of the ANS. Individuals with different types of blood circulation are characterized by different adaptation possibilities and different degrees of resistance to the action of extreme influences. The conditions of educational activity in the specialty at the university will be an extreme factor for students of the first year.

In order to evaluate central hemodynamic parameters, height and body weight indicators, heart rate (HR), systolic blood pressure (BPs), diastolic blood pressure (Bpd) were obtained at rest. Based on them, the following are calculated: pulse blood pressure (BP), systolic blood volume (SBV), minute blood volume (MBV), body surface area (S), cardiac index (CI). The regulatory effects of ANS were determined by heart rate indicators. Cardio intervals were registered and recorded for 5 minutes. Indicators of vegetative homeostasis were calculated according to the formulas of Baevsky R.M.

According to CI indicators, the subject contingent was divided into groups according to the type of hemodynamics: eukinetic (n=70) and hyperkinetic (n=53).

The obtained results showed the absence of significant differences in body weight and growth indicators between groups ( $p \geq 0.05$ ).

The differences between groups were in indicators of central hemodynamics and heart rhythm. It was established that in students with a eukinetic type of central hemodynamics, adaptation to the conditions of a higher educational institution was ensured by optimal adaptive mechanisms - low HR, SBV, MBV and HVR. This indicates the economy in the work of the circulatory system and the predominance of parasympathetic regulation. In students with a hyperkinetic type high HR and SBV, MBV, HVR were recorded ( $p \leq 0.05$ ), which indicated an increase in the work of the circulatory system and the activity of the sympathetic branch of the ANS.

These indicators in both groups were within the normal range, but in the group with the hyperkinetic type they approached the upper limit ( $p \leq 0.05$ ). This indicated an increase in the stress on the regulatory mechanisms in maintaining vegetative homeostasis and the stress on the body's functional reserves of students of this group.

*Key words: organism, functional state, central hemodynamics, heart rate variability, students.*

Надійшла 02.12.2022.

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК: 582.099:582.652:631.53.01:631.559

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.9

М. І. ПАРУБОК, І. Б. ЛЕОНТЮК, Л. В. РОЗБОРСЬКА

Уманський національний університет садівництва  
вул. Інститутська, 1, Умань, Черкаська область, 20300  
e-mail: irinaleontyuk0@gmail.com

## **СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ *ADONIS VERNALIS* L.**

---

У статті проаналізована систематика виду і наведені дані про насінневу продуктивність горицвіту весняного та поповнення популяцій новими генераціями особин; визначені сприятливі для проростання насіння умови; підведені підсумки інтродукції *Adonis vernalis* L. на території ботанічного розсадника Уманського національного університету садівництва.

Встановлено, що вирощування *Adonis vernalis* на ботанічному розсаднику Уманського національного університету садівництва свідчить про те, що, на відміну від плантаційного вирощування виду, моделювання інтродукційних популяцій у штучно створених степових екосистемах є перспективним напрямком охорони виду *ex situ*. У зв'язку з цим доцільно проводити підсів та підсадку горицвіту на схилах балок, терасах рік та перелогах. В умовах деградації природних місцезростань та неефективності плантаційного вирощування це дозволить збільшити ресурси цінної лікарської рослини і сприятиме його охороні.

*Ключові слова:* *Adonis vernalis* L., популяції, розмноження, врожайність

Однією з найбільш цінних лікарських рослин флори України є горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.). Як рослина, яка відзначається кардіологічними, сечогінними та седативними властивостями, і рослина, яка перебуває на межі зникнення, *Adonis vernalis* внесений до Червоної книги України (2009) і широко застосовується в науковій та народній медицині. Горицвіт весняний містить глікозиди серцевої дії, які не дають побічних ефектів при тривалому застосуванні, що зумовило підвищену потребу медичної промисловості в його сировині. Як високодекоративна рослина, яка квітує навесні, *Adonis vernalis* широко використовується в декоративному садівництві [1, 5, 7].

### **Матеріали і методи досліджень**

Насінневе розмноження *Adonis vernalis* проводилось у відповідності з методичними рекомендаціями Т. О. Работнова та І. В. Вайнагія [2, 3]. Роботи виконувались між селами Дмитрівка та Новопрістань Вознесенського району Миколаївської області в 2019 р. Рендометричним методом було відібрано 10 ділянок, площа кожної з них становила 1 м<sup>2</sup>. Збирали усі плоди на цій площі і підраховували кількість повноцінних та неповноцінних насінин. Для характеристики насінневого розмноження використовували показники потенційної і фактичної насінневої продуктивності. Визначали також урожай насіння на особину та на популяцію. Для встановлення польової схожості насіння *Adonis vernalis* висівали на глибину 1–2 см на дослідних ділянках в Уманському національному університеті садівництва відразу після збору насіння в природі [9].

### Результати досліджень та їх обговорення

Рід *Adonis* L. включає 30 видів, поширених в Євразії та на півночі Африки. В Євразії види горицвіту виявлені від Канарських островів в Атлантичному океані до островів Сахалін, Хонсю та Хоккайдо в Тихому океані. Ареал роду займає простір від 10° з. д. до 145° сх. д. На півночі континенту він досягає 60° пн. широти. Південна межа ареалу, в основному, співпадає з паралеллю 30° пн. широти і тягнеться вздовж узбережжя Африки, по Іранському нагір'ю та по південних схилах Гімалаїв. Поширення окремих видів роду в горах досягає висоти 4500 м. У флорі Європи налічується 10 видів [10], у флорі України – 5 видів (*Adonis aestivalis* L., *A. annua* L., *A. flammea* Jacq., *A. vernalis* L., *A. wolgensis* Stev.) [4, 8].

Запропонована А. Декандром система роду *Adonis* є найбільш прийнятною і в наш час. Згідно з нею рід поділено на дві секції: *Consiligo*, до якої віднесено види з багаторічними коренями і зігнутими стовпчиками плодів, та *Adonia*, до якої віднесено види з однорічними коренями та прямими стовпчиками плодів. Пізніше було встановлено, що ці дві секції суттєво відрізняються між собою рядом інших ознак. Види секції *Consiligo* – це багаторічні рослини, збірні плоди яких кулеподібної або майже кулеподібної форми, а плодики з гладкою поверхнею, насінневі зачатки прямі. Види секції *Adonia* – однорічники з витягнуто-циліндричними збірними плодами, плодики мають вирости, насінневі зачатки зігнуті. Багаторічні горицвіти (20 видів) поширені в Євразії, однорічні (10 видів), крім Євразії, трапляються також на півночі Африки.

Детальне дослідження пилку двох секцій роду *Adonis* також показало суттєві відмінності між ними. Будова пилку багаторічних видів є більш примітивною.

Секції роду *Adonis* чітко відрізняються між собою за цитологічними ознаками. Види секції *Consiligo* – диплоїди з  $2n = 16$  (рідше 24 або 40) хромосом, види секції *Adonia* – поліплоїди з  $2n = 32$  хромосоми.

У зв'язку з чіткими відмінностями між однорічними та багаторічними горицвітами ще E. Spach запропонував залишити в складі роду *Adonis* лише види – однорічники, а види багаторічники виділити в окремий рід *Adonanthe* [13]. У наш час ці ідеї розвинули J. Chrtek і Z. Slaviceva, які розділяють рід *Adonis* L.S.I. на три самостійні роди: *Adonanthe* Spach, до якого відносять 11 видів багаторічників, у тому числі *Adonanthe vernalis* (*Adonis vernalis*); *Chrysocyathus* Falcone, який включає 7 видів, та власне *Adonis*, у складі якого залишають лише види-однорічники [11]. Однак ця система є штучною, оскільки не враховує тісних споріднених зв'язків між видами. Тому вона не знайшла підтримки в сучасних узагальненнях із систематики та флористики. У той же час розподіл роду *Adonis* на два підроди: однорічний *Adonis* та багаторічний *Adonanthe* – є обґрунтованим.

Секція багаторічних горицвітів *Consiligo* не є однорідною. В її межах існує п'ять груп, які відрізняються морфологічними ознаками та географічним поширенням: південноєвропейська, китайсько-тібетська, далекосхідна, туркестанська та євроазіатська. До останньої групи належать *Adonis vernalis* L., *A. wolgensis* Stev. та *A. sibirica* Patr. Види цієї групи відзначаються редукцією прикореневих та нижньостеблових листків в луски, сидячими стебловими листками та опушеними сім'янками. Ця група видів поширена від Піренеїв до Сибіру, центр їх різноманітності знаходиться на Алтаї [10].

D. Lange розділив види секції *Consiligo* на три ряди: *Apennini*, *Petiolati*, *Vernales*, поклавши в основу цього поділу відмінності в морфологічній будові листків. *Adonis vernalis* разом із *Adonis wolgensis* віднесено до ряду *Vernales* [12].

О. П. Пошкурлат доповнила підходи до внутрісекційної систематики багаторічних горицвітів, ввівши діагностичні ознаки пагонів, та розширила географію видів, охопивши всіх представників секції *Consiligo*, які зростають не лише на території колишнього СРСР, а й на півдні Європи та в Китаї [4]. Окрім трьох рядів, О. П. Пошкурлат вводить два нових – *Amurenses* та *Coeruleae*. Ряд *Vernales* включає три види – *Adonis vernalis*, *A. wolgensis* та *A. transilvanica* Sim. Для них характерні косогоризонтальні кореневища, які складаються із окремих елементів. Нижні частини пагонів покриті лусками. Стеблові листки сидячі, перисто- або пальчасто-розсічені. Носик плодика короткий. Він виходить нижче верхівки. *Adonis*

*vernalis* є типовим представником цього ряду. Це багаторічна трав'яниста рослина з добре розвинутою кореневою системою, яка складається з кореневища та додаткових коренів. Починаючи із другого року життя, первинна стрижнева коренева система поступово заміщується мичкуватою. Утворюється густа сітка розгалужених додаткових коренів, які захоплюють великий об'єм ґрунту. Їх основна маса зосереджена у верхніх шарах ґрунту, до глибини 80–100 см, найбільш довгі корені досягають 220–240 см. Від центру особи корені поширюються на 50–60 (до 110) см.

Діаметр коренів на глибині 10 см – від 0,5 до 2,0 мм. Колір коренів змінюється залежно від віку рослин: молоді – білі, дво-трирічні – світло-коричневі, старі – темно-коричневі або майже чорні. Кореневища формуються симподіально-базальними ділянками монокарпічних пагонів. Вони порожні, темно-коричневі, грушоподібної або циліндричної форми. Проникають в ґрунт на 6–8 см.

Кожна особина має від 1 до 20 надземних пагонів, які розгалужені до третього, зрідка до четвертого порядку. Стебла прямі. Їх висота становить 20–80 см, невиразно ребристі; молоді – опушені; більш старі – голі; при основі коричневі, вище – зелені. Квітконосні пагони, як правило, двічі розгалужені, вегетативні – прості. Листорозміщення чергове.

Нижня частина пагона покрита лусками, які є видозміненими листками. Вище них, на стеблі, розміщені асимілюючі чергові, пальчасто-роздільні з вузькими (0,5–1,0 мм) лінійними дольками листки. Нижні листки – черешкові, верхні – сидячі. Листки сизувато-зелені, голі або злегка опушені. Квітки одиночні, крупні, розміщені на кінцях пагонів, складаються із 15 зеленуватих, тонко опушених яйцевидних чашолистків та 12–20 яскраво-жовтих видовжено обернено-яйцевидних, 20–30 мм завдовжки, на верхівці дрібнозубчатих пелюсток. Чисельні тичинки жовті, вільні до 6 мм завдовжки, розміщені спіралью. Чисельні маточки світло-зелені, розміщені також спіралью на витягнутому квітколожі. Зав'язь верхня, стовпчик витягнутий, приймочка малопомітна.

Плід – багатогорішок, округлої або конусоподібної форми, 20–25 мм завдовжки, 10–15 мм завширшки. Окремі плодики-горішки – однонасінні, овальні. Їх розміри – 5х3 мм, з добре розвиненим спинним кілем та носиком, граністі, густоопушені. Горішки розміщуються по спіралі на короткоциліндричному плодоложі.

Перикарпій *Adonis vernalis* відрізняється від перикарпію інших видів роду *Adonis* будовою епідермісу. В епідермальному шарі зустрічаються продихи та прості одноклітинні волоски. Клітини епідермісу покриті шаром зубчатої кутикули. Мезокарпій складається із п'яти-шести рядів звичайних паренхімних клітин. У клітинах ендокарпію не відбувається склерифікації, а лише здерев'яніння. Внутрішній епідерміс складається із одного ряду склеренхімних клітин, покритих шаром кутикули. Шкірка насінини формується лише одним інтегументом.

Набір хромосом  $2n = 16$ . Хромосоми крупні. Вони добре ідентифікуються. Кожна пара гомологів чітко виділяється як за довжиною, так і за центромерним індексом. *Adonis vernalis*, як і *A. wolgensis*, відноситься до геміефемероїдів, період вегетації яких відбувається з весни до середини літа, а цвітіння – у квітні-травні.

Близькоспоріднений вид секції *Vernales Adonis wolgensis* відрізняється від *A. vernalis* більш широкими, знизу закрученими дольками листків та меншими за розмірами блідо-жовтими квітками. Деякі дослідники вважають *Adonis wolgensis* лише географічною расою *A. vernalis* (більш східною та південною). Не визнається за окремий вид третій горлицвіт із цього ряду – ендемік флори Трансільванії *A. transilvanicum*. Його розглядають як інтрогресивний гібрид між *A. vernalis* та *A. wolgensis*.

Ці дані свідчать про те, що види ряду *Vernales* об'єднані в сингамеон, під яким розуміють суму видів або підвидів, які пов'язані між собою частою або епізодичною гібридизацією.

Єдиним способом самопідтримки чисельності популяцій *Adonis vernalis* є насіннєве розмноження, оскільки вегетативне розмноження виду в природі не відбувається [6]. Насіннєве розмноження відбувається не кожного року. Так, у 2018 р. в зв'язку із пізньовесняними заморозками в кінці травня, відбулось пошкодження насіння на початковій стадії його



формування. У результаті 2018 р. був неурожайним для *Adonis vernalis*. Урожайним був наступний 2019 р. За даними нашого обліку насіння, проведеного в кінці травня 2019 р., між селами Дмитрівка та Новоприсянь Вознесенського району Миколаївської області на 1 м<sup>2</sup> площі припадало в середньому 90 насінин *Adonis vernalis*. У перерахунку на 100 м<sup>2</sup> цей показник становить 9000 насінин. Для порівняння вкажемо, що в Росії найбільша урожайність насіння *Adonis vernalis* зафіксована в південній частині Саратовської області – 16312 насінин на 100 м<sup>2</sup>, а найменша, 1167 насінин на 100 м<sup>2</sup>, у заповідному Стрільцівському степу. На Уралі зафіксована урожайність насіння виду – 1687–5715 насінин на 100 м<sup>2</sup>. Отже, нами зафіксовано високі показники урожайності *Adonis vernalis*. Очевидно, кліматичні умови України є більш сприятливими для формування урожаю насіння *Adonis vernalis*, оскільки на півдні лісостепової та на півночі степової зон України в період формування насіння виду переважає суха тепла погода, яка позитивно впливає на насінневу урожайність виду. Висока урожайність насіння є важливою передумовою формування нових генерацій особин. Однак, висока насіннева урожайність не є запорукою інтенсивного формування нових генерацій особин в популяціях *Adonis vernalis*. (рис. 1, 1а).



Рис. 1. *Adonis vernalis* L. між селами Дмитрівка та Новоприсянь Вознесенського району Миколаївської області



Рис. 1а. *Adonis vernalis* L.

У природних умовах насіння *Adonis vernalis* не відзначається високою схожістю. Значно вищою є схожість насіння виду при його посіві в культурі. 8 липня 2019 р. нами було висіяно 150 насінин *Adonis vernalis* на ділянці ботанічного розсадника в Уманському національному університеті садівництва. Протягом липня-серпня стояла жарка суха погода, тому місце посіву регулярно поливалось. Проростання насіння почалось у вересні і тривало до середини листопада. Всього з'явилось 32 сходи.

У цілому схожість насіння *Adonis vernalis* в культурі є значно вищою, ніж у природі. Це підтверджують результати наших досліджень, проведених на території між селами Дмитрівка та Новоприсянь Вознесенського району Миколаївської області. Восени на 1 м<sup>2</sup> в ценопопуляції *Adonis vernalis* було зафіксовано у середньому 0–1 сходів, що становить лише 0,8 % від числа дозрілого повноцінного насіння. У чому причина такої низької схожості насіння *Adonis vernalis* в природних фітоценозах у порівнянні з результатами вирощування

виду в культурі? Сприятливою для проростання насіння *Adonis vernalis* є дощова погода в липні-серпні. У помірному поясі Євразії ці місяці є найбільш жаркими. Дощі випадають дуже рідко. У 2019 р. липень та серпень були найбільш посушливими за період метеорологічних спостережень в Україні. Протягом цих місяців середньомісячна денна температура становила +25 – +30°C, середньомісячна нічна температура – +20 – +25°C. Дощі практично були відсутні. Це й призвело до висихання насіння на поверхні ґрунту та в його верхньому шарі. При вирощуванні виду в культурі зволоження ґрунту забезпечувалось інтенсивним поливом.

Не сприяє формуванню нових генерацій *Adonis vernalis* в природних фітоценозах також висока задернованість ґрунту. Проективне покриття рослинного покриву лучних степів досягає 95–100 %. Більша частина насіння, навіть за сприятливих умов зволоження, не досягає поверхні ґрунту, зависаючи на дернинах, і засихає. Оскільки в природних ценозах за участю *Adonis vernalis* є мало мікроніш із виходом на поверхню мінеральної частини ґрунту, дуже невелика частка насіння попадає на його поверхню. Насіння *Adonis vernalis* – важке. Маса тисячі насіння становить 9,8–9,9 г. У зв'язку з цим воно не поширюється на великі віддалі. Тому захоплення нових територій ценопопуляціями *Adonis vernalis* відбувається дуже повільно.

Отже, порівняння наших спостережень з літературними даними свідчить про те, що репродуктивний потенціал *Adonis vernalis* у природних умовах є низьким, що пов'язано із невідповідністю екологічних потреб сходів еколого-ценотичним умовам місцезростань.

На відміну від плантаційного вирощування *Adonis vernalis*, впровадження виду на ділянки ботанічного розсадника Уманського національного університету садівництва виявилось більш вдалим (рис. 2, 2а).



Рис 2. *Adonis vernalis* L.



Рис. 2а. *Adonis vernalis* L. на ботанічному розсаднику Уманського НУС

Рослини на ботанічний розсадник були привезені в генеративному стані із урочища «Войнівський» Новоукраїнського р-ну Кіровоградської області. Рослини розділені на 2–3 частини і висаджені за різними схемами посадки 60x25, 60x50, 45x25, 45x50.

У цей час на розсаднику знаходяться 40 рослин. Усі вони генеративні особини, за якими ведуться фенологічні спостереження. Найбільшу біомасу дають рослини, висаджені за схемою 60x50. У 2016 році *Adonis vernalis* були пересаджені на іншу ділянку, будучи попередньо розділені кожна з них на 2–3 частини. Пересаджування рослин із природи на дослідні ділянки дає змогу дослідити не лише продуктивність даної рослини в культурі, а й аналізувати ефективність вегетативного розмноження рослин. На жаль, останнє призводить до зменшення особин. З кожним роком висота рослин та кількість насіння зменшується. Вегетативне розмноження не є ефективним.

Вивчаючи ефективність насінневого розмноження горицвіту весняного, ми визначили, що проростання насіння відбувається вже із середини серпня до 20-х чисел вересня і лише зрідка навесні. Найкраще висівати насіння відразу після збору, тому що воно швидко втрачає схожість.

Щоб зробити висновок про ефективність інтродукції рослини, ми провели аналіз природних популяцій горицвіту весняного в урочищі «Войнівський».

У процесі вивчення просторової структури популяції в заказнику на ділянці розміром 5х5м виявлено генеративних особин – 2, іматурних і віргінільних особин – відповідно по 3 і 4 шт. Ювенільних рослин біля одного екземпляру було від 2 до 14 шт. Загалом на цьому квадраті було 24 ювенільні рослини. Ценопопуляції, які досліджені у заказнику «Войнівський», відзначаються повночленними спектрами онтогенетичних станів, що свідчить про стійкі фітоценотичні позиції *Adonis vernalis* у цьому регіоні. А переважання в природі лівосторонніх спектрів онтогенетичних станів говорить про високу ефективність насінневого розмноження *Adonis vernalis*.

### Висновки

В Україні *Adonis vernalis* відзначається високою врожайністю насіння. Схожість насіння в культурі є значно вищою, ніж у природі. Сприятливою для проростання насіння є дощова погода в липні-серпні. Отже, низький репродуктивний потенціал *Adonis vernalis* пов'язаний із відсутністю необхідної для проростання насіння вологи в другій половині літа.

Успішний досвід вирощування *Adonis vernalis* в ботанічному розсаднику Уманського національного університету садівництва свідчить про те, що, на відміну від плантаційного вирощування виду, моделювання інтродукційних популяцій у штучно створених степових екосистемах є перспективним напрямком охорони виду *ex situ*. У зв'язку з цим, доцільно проводити підсів та підсадку горицвіту на схилах балок, терасах рік та перелогах. В умовах деградації природних місцезростань та неефективності плантаційного вирощування це дозволить збільшити ресурси цінної лікарської рослини і сприятиме його охороні.

1. Бутило М. Д., Дениско С. І., Дениско І. Л. Лікарські рослини Лісостепу України, їх раціональне використання і збереження. Умань : Уманське ВПП. 2008. 688 с.
2. Івашин Д. С. До біології та екології *Adonis vernalis*. *Український ботанічний журнал*. 1962. Т. 19. № 4. С. 84–90.
3. Мельник В. І., Парубок М. І. Горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.) в Україні: монографія. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. 164 с.
4. Парубок М. І. Історичний розвиток та класифікація роду Горицвіт (*Adonis* L.) *Сучасні проблеми біології*: матер. всеукр. наук. інтернет-конф. (Умань, 15 черв. 2020 р.). Умань, 2020. С. 57–60.
5. Сафонов М. М. Повний атлас лікарських рослин. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2011. 384 с.
6. Сікура Й. Й., Капустян В. В. Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізацій, ботанічної науки та збереження різноманіття рослинного світу). Київ : Фітосоціоцентр. 2003. 280 с.
7. Смик Г. К. Корисні та рідкісні рослини України: словник-довідник народних назв. Київ : «Українська Радянська Енциклопедія» імені М. П. Бажана, 1991. 416 с.
8. Червона книга України. Рослинний світ / М-во охорони навколиш. природ. середовища України, Нац. акад. наук України; за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
9. Чорна Г. А. Біологічна номенклатура: практикум. Умань : ПП Жовтий О. О., 2013. 46 с.
10. Akeroyd J. R. *Adonis* L. *Flora Europaea*. Cambridge: University Press, 1993. P. 267–269.
11. Chrtek J., Slavicova L. Gliederung der Gattung *Adonis* in drei Gattungen. *Preslia*. 1978. N 1. P. 22–25.
12. Lange D. Conservation and sustainable use of *Adonis vernalis*, a Medicinal Plant in International Trade. *Plant Species Conservation Monographs* 1. Bohn Federal Agency for Nature Conservation, 2000. 88 p.
13. Spach E. H. *Histoire naturelle des végétaux phanérogames*. Paris. 1839. T. 7. 228 p.

### References

1. Butylo M. D., Denysko S. I., Denysko I. L. Likarski roslyny Lisostepu Ukrainy, ikh ratsionalne vykorystannia i zberezhenia. Uman : Umanske VPP. 2008. 688 s. [in Ukrainian]
2. Ivashyn D. S. Do biolohii ta ekolohii *Adonis vernalis*. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 1962. T. 19. No 4. S. 84–90. [in Ukrainian]

3. Melnyk V. I., Parubok M. I. Horytsvit vesniani ( *Adonis vernalis* L.) v Ukraini: monohrafiia. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2004. 164 s. [in Ukrainian]
4. Parubok M. I. Istorychnyi rozvytok ta klasyfikatsiia rodu Horytsvit ( *Adonis* L.) Suchasni problemy biolohii: mater. vseukr. nauk. internet-konf. (Uman, 15 cherv. 2020 r.). Uman, 2020. S. 57–60. [in Ukrainian]
5. Safonov M. M. Povnyi atlas likarskykh roslyn. Ternopil : Navchalna knyha – Bohdan, 2011. 384 s. [in Ukrainian]
6. Sikura Y. Y., Kapustian V. V. Introduktsiia roslyn (ii znachennia dlia rozvytku tsyvilizatsii, botanichnoi nauky ta zberezhenntia riznomanittia roslynnoho svitu). Kyiv : Fitosotsiotsentr. 2003. 280 s. [in Ukrainian]
7. Smyk H. K. Korysni ta ridkisni roslyny Ukrainy: slovnyk-dovidnyk narodnykh nazv. Kyiv : «Ukrainska Radianska Entsyklopediia» imeni M. P. Bazhana, 1991. 416 s. [in Ukrainian]
8. Chervona knyha Ukrainy. Roslynniyi svit / M-vo okhorony navkolysh. pryrod. seredovyshecha Ukrainy, Nats. akad. nauk Ukrainy; za red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsaltnh, 2009. 900 c. [in Ukrainian]
9. Chorna H. A. Biolohichna nomenklatura: praktykum. Uman : PP Zhovtyi O. O., 2013. 46 s. [in Ukrainian]
10. Akeroyd J. R. *Adonis* L. Flora Europaea. Cambridge: University Press, 1993. P. 267–269.
11. Chrtek J., Slavicova L. Gliederung der Gattung *Adonis* in drei Gattungen. Preslia. 1978. N 1. P. 22–25.
12. Lange D. Conservation and sustainable use of *Adonis vernalis*, a Medicinal Plant in International Trade. Plant Species Conservation Monographs 1. Bohn Federal Agency for Nature Conservation, 2000. 88 p.
13. Spach E. H. Histioire naturelle des végetaux phanerogames. Paris. 1839. T. 7. 228 p.

*M. I. Parubok, I. B. Leontiuk, L. V. Rozborska*

Uman National University of Horticulture, Ukraine

#### SYSTEMATIC POSITION AND SEED PRODUCTIVITY *ADONIS VERNALIS* L.

The article analyzes the taxonomy of the species and provides data on the seed productivity of the spring gorse flower and the replenishment of populations with new generations of individuals; determined favorable conditions for seed germination; summarized the results of the introduction of *Adonis vernalis* on the territory of the botanical nursery of the Uman National University of Horticulture.

Seed propagation of *Adonis vernalis* was carried out in accordance with the methodical recommendations of T. O. Rabotnova and I. V. Vainagia. The works were carried out between the villages of Dmytrivka and Novopristan, Voznesensky District, Mykolaiv region, in 2019. 10 plots were selected using random sampling, the area of each of them was 1m<sup>2</sup>. All fruits in this area were collected and the number of complete and defective seeds was counted. Indicators of potential and actual seed productivity were used to characterize seed reproduction. Seed yield per individual and per population was also determined. To establish field germination, *Adonis vernalis* seeds were sown to a depth of 1–2 cm on research plots at the Uman National University of Horticulture immediately after seed collection in nature.

A comparison of our observations with factual data shows that the reproductive potential of *Adonis vernalis* in natural conditions is low, which is connected with the discrepancy between the ecological needs of seedlings and the ecological and coenotic conditions of local growth.

In Ukraine, *Adonis vernalis* is noted for its high seed yield. The similarity of seeds in culture is much higher than in nature. Rainy weather in July-August is favorable for seed germination. Therefore, the low reproductive potential of *Adonis vernalis* is associated with the lack of moisture necessary for seed germination in the second half of summer.

The successful experience of growing *Adonis vernalis* at the botanical nursery of the Uman National University of Horticulture shows that, in contrast to the plantation cultivation of the species, the modeling of introduction populations in artificially created steppe ecosystems is a promising direction for ex situ protection of the species. In this regard, it is advisable to sow and transplant the heather on the slopes of streams, river terraces and fallows. In the conditions of degradation of natural habitats and inefficiency of plantation cultivation, this will allow us to increase the resources of a valuable medicinal plant and contribute to its protection.

*Key words: Adonis vernalis, populations, reproduction, productivity.*

Надійшла 06.12.2022.

# ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

УДК (57092)Парпан

doi: 10.25128/2078-2357.22.4.10

М. М. БАРНА, Н. М. ДРОБИК, В. В. ГРУБІНКО, Л. С. БАРНА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

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

## **ПАМ'ЯТІ ВІДОМОГО УКРАЇНСЬКОГО ВЧЕНОГО-ЕКОЛОГА, ЗАСЛУЖЕНОГО ЛІСІВНИКА УКРАЇНИ, ПРОФЕСОРА, АКАДЕМІКА ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ ПАРПАНА ВАСИЛЯ ІВАНОВИЧА (06.01.1945 – 19.12.2022)**



Стаття присвячена пам'яті відомого в Україні та за її межами вченого, доктора біологічних наук, професора, заслуженого лісівника України, академіка Лісівничої академії наук України, дійсного члена Української екологічної академії, Почесного професора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (з 2017 р.). Парпана Василя Івановича, який відійшов у вічність 19 грудня 2022 року.

Василь Іванович був відомим в Україні та за її межами вченим-лісознавцем, фахівцем у галузі екології, ґрунтознавства, лісівництва, фітоценології, геоботаніки, дендрології, популяційної біології, рекреації та природокористування, охорони й раціонального використання природних ресурсів, захисником пралісових гірських екосистем Карпат.

Вагомим здобутком професора Василя Івановича Парпана було створення Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака на базі Карпатського філіалу (м. Івано-Франківськ) Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького (УкрНДЛГА, м. Харків).

Науковий доробок професора Парпана Василя Івановича становить понад 300 наукових праць, у тому числі монографій і статей в українських і закордонних виданнях, навчальних посібників, науково-популярних видань, матеріалів і тез доповідей на міжнародних конгресах, всеукраїнських науково-практичних конференціях.

*Ключові слова: лісівництво, екологія, охорона природних ресурсів, професор, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва імені П. С. Пастернака.*

19 грудня 2022 року на 78 році життя відійшов у вічність відомий в Україні та за її межами вчений, доктор біологічних наук, професор, заслужений лісівник України, академік Лісівничої академії наук України, дійсний член Української екологічної академії, керівник західного відділення Лісівничої Академії наук України, голова обласного Відділення Українського ботанічного товариства, редактор журналу «Екологія та ноосферологія» (Дніпропетровський національний університет), Почесний професор Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (з 2017 р.) Парпан Василь Іванович.

Василь Іванович був відомим в Україні та за її межами вченим-лісознавцем, фахівцем у галузі екології, ґрунтознавства, лісівництва, фітоценології, геоботаніки, дендрології, популяційної біології, рекреації та природокористування, охорони і раціонального використання природних ресурсів, захисником пралісових гірських екосистем Карпат.

Василь Іванович Парпан народився 6 січня 1945 року в селі Долиняни Рогатинського району Івано-Франківської області. У 1967 році закінчив з відзнакою Львівський лісотехнічний інститут (нині Національний лісотехнічний університет України, Львів) за спеціальністю «Лісове господарство» і отримав кваліфікацію «Інженер лісового господарства».

Трудову діяльність розпочав у 1967 році інженером, відтак старшим інженером у Вознесенському держлісгоспі (Миколаївський облупрлісгоспзаг). З 1969 року працював у Карпатському філіалі (м. Івано-Франківськ) Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького (УкрНДЛГА, м. Харків) молодшим науковим, а згодом старшим науковим співробітником, завідувачем лабораторії лісівництва, заступником директора, директором Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака і завідувачем лабораторії лісознавства та лісівництва. У 1977 році захистив кандидатську дисертацію на тему «Опад, лісова підстилка і кругообіг хімічних елементів у культурних лісових біогеоценозах Малого Полісся УРСР» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю «Біогеоценологія і екологія».

У 1994 році у Дніпропетровському державному університеті захистив докторську дисертацію на тему «Структура, динаміка, екологічні основи раціонального використання букових лісів Карпатського регіону України» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. Вчене звання професора йому було присвоєно у 2001 році по кафедрі біоекології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Парпан Василь Іванович був дійсним членом Української екологічної академії наук, академіком Української лісівничої академії наук, керівником Західного відділення Лісівничої академії наук України.

Багато знань, сил й енергії Василь Іванович Парпан віддавав розвитку вищої педагогічної освіти в Україні, зокрема за його ініціативою відкрито кафедру біології та екології

Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, якою він завідував упродовж багатьох років. Василь Іванович заснував лабораторію експериментальної біології та заповідної справи у 2003 році на базі кафедри біології та екології. Науково-педагогічний стаж роботи становить понад 50 років.

Вагомим здобутком професора Василя Івановича Парпана було створення Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака на базі Карпатського філіалу (м. Івано-Франківськ) Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького (УкрНДДЛГА, м. Харків).

Василь Іванович Парпан був гідним продовжувачем справи Петра Степановича Пастернака у дослідженнях лісових фітоценозів Українських Карпат. Він відкрив аспірантуру й докторантуру у створеному ним Українському науково-дослідному інституті гірського лісівництва імені П. С. Пастернака. Це успішно позначилося на підготовці фахівців вищої кваліфікації. Василь Іванович створив власну наукову школу. Під його керівництвом було захищено понад 20 кандидатських і 3 докторські дисертації. Був членом спеціалізованих вчених рад із захисту кандидатських і докторських дисертацій в Інституті агроекології УААН (м. Київ), Національному лісотехнічному університеті України (м. Львів) та Львівському національному аграрному університеті.

Науковий доробок професора Парпана Василя Івановича становить понад 300 наукових праць, у тому числі монографії, статті в українських і закордонних виданнях, навчальні посібники, науково-популярні видання, матеріали і тези доповідей на міжнародних конгресах, всеукраїнських науково-практичних конференціях, з'їздах наукових товариств, зокрема Українського ботанічного товариства, Українського товариства фізіологів рослин та ін. Найбільш значущими серед них є:

Parpan V., Shumska N., Mylenka M. Syntaxonomy of vegetation of Kalush hexachlorobenzene toxic waste landfill (Ivano-Frankivsk region). *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 2016. 24 (2), 364–370.

Parpan V., Gömöry, D., Longauer, R. et al. Variation patterns of mitochondrial DNA of *Abies alba* mill. in suture zones of postglacial migration in Europe. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae.* 2004, 73 (3), pp. 203–206.

Parpan V., Shparyk Yu., Parpan T. Heavy metal pollution and forest health in the Ukrainian Carpathians. *Environmental Pollution.* 2004, 130 (1), pp. 55–63.

Parpan V., Potaczala, G., Kozak I. Natural forest regeneration in spruce monocultures in the Ukrainian Beskids – Prognosis by FORKOME model. *Journal of Forest Science.* 2007, 53 (4), pp. 162–169.

Parpan V., Parpan T., Sannikov S. The hypothesis of the pulsed dynamics of Virgin beech forests. *Russian Journal of Ecology.* 2009, 40 (7), pp. 466–470.

Парпан В. І. Наукові напрямки і здобутки Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака. Лісівнича академія наук: наукові праці. 2005. Вип. 4. С. 8–13.

Парпан В. І., Козак І. І. Екологічна лісова комп'ютерна модель Forkome: монографія. Івано-Франківськ : ЦІТ ПНУ, 2006. 206 с.

Яцик Р. М., Воробчук В. Д., Парпан В. І. та ін. Генетико-селекційні та насінницькі об'єкти в лісах Буковини. Тернопіль: Підручники і посібники, 2008. 288 с.

Парпан В. І., Чернявський М. В., Гудима В. Д., Попадюк В. Д. Порадник Карпатського лісівника. Особливості рубок догляду в гірських лісах Карпат. Івано-Франківськ : Фоліант, 2008. С. 134–149.

Парпан В. І., Стойко С. М., Парпан Т. В. Екологічна і фітоценотична характеристика букових лісів (*Fageta sylvaticae*) та можливості збільшення їх площі у зв'язку з глобальним потеплінням клімату. *Український ботанічний журнал.* 2013. Т. 71, № 3. С. 361–368.

Парпан В., Олійник М. Напрямок зміни синантропізації флори на перелогах Придністровського Поділля. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* 2013. Випуск 63. С. 133–140.

Парпан В. І., Дмитраш-Вацеба І. І. Поширення та стан популяцій *Echinops exaltatus* (Asteraceae) на території Південного Опілля. *Український ботанічний журнал.* 2016. Т. 73, № 5. С. 483–491.

Парпан В. І., Чернявський М. В., Парпан Т. В. Праліси і природні ліси та їх означення Праліси і природні ліси та їх означення. *Науковий вісник НЛТУ України: Scientific Bulletin of Ukraine.* Випуск 27.6. Львів, 2017. С. 11–15.

Парпан В. І., Парпан Т. В. Основні принципи сучасної парадигми гірського лісознавства та лісівництва Українських Карпат. *Лісівництво і агролісомеліорація.* 2008. Вип. 114. С. 7–12.

Парпан В. І., Кокар Н. В. Морфологія рослин: навчальний посібник. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, 2010. 332 с.

Парпан В. І., Козак І. І. Екологічне моделювання із застосуванням програми STELLA: навчальний посібник. Івано-Франківськ : Плай, 2009. 189 с.

Науковців хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка поєднувала тісна співпраця з Парпаном Василем Івановичем. Одним із напрямів цієї співпраці була видавничо-рецензійна діяльність. Так, упродовж 1999–2018 років професор Василь Іванович Парпан був членом редакційної колегії фахового наукового видання «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія. Біологія». Василь Іванович був рецензентом таких видань: Барна М. М., Барна Л. С. Дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка та перспективи створення біблійного ботанічного саду: монографія. Тернопіль: ТОВ «Терно-граф», 2017. 320 с.: іл.; Барна М. М., Барна Л. С. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX–початок XX ст.): монографія. Тернопіль: ТОВ «Терно-граф», 2015. 240 с.: іл.; Барна Микола, Барна Любов, Герц Наталія, Мацюк Оксана. Морфогенез вегетативних і генеративних органів видів і гібридів родини Salicaceae Mirb. (історія дослідження): монографія. Тернопіль: ФОП Осадца Ю. В. 2021. 179 с.: іл. Барна Микола Миколайович рецензував навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів: Парпан В. І., Кокар Н. В. Морфологія рослин. Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. 332 с: іл. тощо.

За високі досягнення на науково-педагогічній ниві, у галузі лісового господарства України професор Парпан В. І. був відзначений багатьма грамотами, значками, серед яких значок «Відмінник охорони природи України», а також нагородами в галузі лісового господарства, серед яких почесне звання «Заслужений лісівник України», яке він отримав у 2008 році. У 2015 р. Парпан В. І. був нагороджений почесною грамотою «За заслуги перед українським народом».

Досягнення професора Василя Івановича Парпана на посаді завідувача кафедри, директора відомого в західному регіоні України Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака здобуті титанічною працею, вірним служінням своєму народу та завдяки наявності таких позитивних людських якостей, як гострий розум, життєва мудрість, доброта, скромність, чуйність, допомога колегам і усім, хто звертався до нього за консультаціями та порадами.

Він був принциповим, вимогливим керівником і водночас чуйною та доброзичливою людиною, уважним і мудрим наставником, який опікувався проблемами кожного члена очолюваного ним колективу; умів щиро радіти успіхам інших, співчував і підтримував колег, особливо у тяжкі часи, коли наша незалежна самостійна держава Україна перебувала й перебуває в стані війни з «північним сусідом» – ворогом України – Російською Федерацією.

Світла пам'ять про професора Василя Івановича Парпана – видатного вченого в галузі екології, геоботаніки, фітоценології, популяційної біології, лісівництва, охорони і раціонального використання природних ресурсів, мудрого керівника й наставника, чуйну і душевну людину – назавжди збережеться в серцях усіх, хто мав честь знати його, навчатися у нього, працювати та спілкуватися з ним.

Розділяємо біль втрати, сумуємо та підтримуємо в годину скорботи рідних, близьких та колег. Сподіваємось, що наукову спадщину Парпана Василя Івановича примножуватимуть його учні, друзі і послідовники, а всі, хто знав його, збережуть про нього світлі спогади.

1. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії : навч. посіб. / 5-те вид., доп. і змін. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2021. 360 с.
2. Барна М. М., Барна Л. С. Дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка та перспективи створення біблійного ботанічного саду: монографія. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2017. 320 с.: іл.
3. Барна М. М., Барна Л. С. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX– початок XX ст.): монографія. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2015. 240 с.: іл.



4. Бродович Р. І., Кацуляк Ю. Д. Василь Іванович Парпан – лісознавець, еколог та біолог (з нагоди 65-річчя). *Наукові праці Лісівничої академії наук України*: зб. наук. праць. Львів : РВВ НЛТУ, 2011. Вип. 8. С. 220–222.
5. Лісівнича академія наук України: довідник / за ред. проф. Ю. М. Дебринюка. Львів : Камула, 2010. 340 с.

## References

1. Barna M. M. Botanika. Terminy. Poniattia. Personalii. : navch. posib. 5-te vyd., dop. i zmin. Ternopil :TzOV «Terno-hraf», 2021. 360 s. [in Ukrainian]
2. Barna M. M., Barna L. S. Dendrii Ternopilskoho natsionalnoho pedagogichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka ta perspektyvy stvorennia bibliinoho botanichnoho sadu: monohrafiia. Ternopil : TOV «Terno-hraf», 2017. 320 s.: il. [in Ukrainian]
3. Barna M. M., Barna L. S. Stanovlennia i rozvytok botaniky na Ternopilshchyni (XIX – pochatok XX st.): monohrafiia. Ternopil : TOV «Terno-hraf», 2015. 240 s.: il. [in Ukrainian]
4. Brodovych R. I., Katsuliak Yu. D. Vasyl Ivanovych Parpan – lisoznaveets, ekoloh ta bioloh (z nahody 65-rihchhia). *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*: zb. nauk. prats. Lviv : RVV NLTU, 2011. Vyp. 8. S.220–222. [in Ukrainian]
5. Lisivnycha akademiia nauk Ukrainy: dovidnyk / za red. prof. Yu. M. Debryniuka. Lviv : Kamula, 2010. 340 s. [in Ukrainian]

*M. M. Barna, N. M. Drobyk, V. V. Hrubinko, L. S. Barna*

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

FITTING TRIBUTE TO A RENOWNED UKRAINIAN SCIENTIST AND ECOLOGIST, HONORED FORESTER OF UKRAINE, PROFESSOR, ACADEMICIAN OF THE FORESTRY ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE, PAPAN VASYL IVANOVYCH (06.01.1945 – 19.12.2022)

The article is a tribute to a prominent Ukrainian scientist, doctor of biological sciences, professor, honored forester of Ukraine, academician of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, full member of the Ukrainian Ecological Academy, Honorary Professor of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (since 2017), Parpan Vasyl Ivanovych, who passed away on December 19, 2022.

Vasyl Ivanovych was a forest scientist, well-known in Ukraine and abroad, an expert in the fields of ecology, soil science, forestry, ecology, phytocenology, geobotany, dendrology, population biology, recreation and nature management, protection and rational use of natural resources, an advocate of primeval forest mountain ecosystems of the Carpathians.

A significant achievement of Professor Vasyl Ivanovych Parpan was the establishment of the Ukrainian P.S. Pasternak Research Institute of Mountain Forestry based on the Carpathian branch (Ivano-Frankivsk) of the Ukrainian H. M. Vysotskyi Research Institute of Forestry and Agroforestry (UkrNDILGA, Kharkiv).

The scientific output of Professor Vasyl Ivanovych Parpan consists of more than 300 scientific works, including monographs and articles in domestic and foreign journals, teaching aids, popular scientific publications, materials and abstracts of reports at international congresses, all-Ukrainian scientific and practical conferences.

*Key words: forestry, ecology, protection of natural resources, professor, Precarpathian Vasyl Stefanyk National University, Ukrainian P. S. Pasternak Research Institute of Mountain Forestry*

Надійшла 23.12.2022.