

ISSN 2410-0943

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

Засновано у 1998 р.  
Зареєстровано з новою назвою у 2021 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації  
Серія КВ № 24765-14705Р від 25.03.2021 р.

# Acta Biologica Ukrainica

**Адреса редакції:**

вул. Жуковського 66, корп. 1, ауд. 216,  
м. Запоріжжя, Україна, 69060

**Телефон**

для довідок:  
+38 066 53 57 687

**№ 1, 2022**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2022

Acta Biologica Ukrainica. Запоріжжя: Видавничий дім «Гельветика», 2022. № 1. 62 с.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 886 від 02.07.2020 р. (додаток 4) журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» у галузі біологічних наук (091 – Біологія, 101 – Екологія).

До 25 березня 2021 р. журнал виходив під назвою «Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки».

У зв'язку зі зміною назви журналу було внесено відповідні зміни до Переліку наукових фахових видань України на підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 735 від 29.06.2021 р. (додаток 3).

Журнал індексується в міжнародній наукометричній базі даних Index Copernicus.

### **РЕДАКЦІЙНА РАДА:**

#### **Головний редактор**

Сарабеев В.Л. – кандидат біологічних наук, доцент, доктор габлітований (Франція), Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)

#### **Заступники головного редактора, відповідальні за наукові напрями:**

- Амінов Р.Ф. – кандидат біологічних наук, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)  
Бражко О.А. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)  
Дворщанко К.О. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Київського національного університету ім. Т. Шевченка (Київ, Україна)  
Домбровський К.О. – кандидат біологічних наук, доцент, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)  
Кружиліна С.В. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту рибного господарства НААН України (Київ, Україна)  
Лях В.О. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)  
Межжерін С.В. – доктор біологічних наук, професор Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАНУ (Київ, Україна)  
Христенко Д.С. – кандидат біологічних наук, доцент Національного університету біоресурсів та природо-користування України (Київ, Україна)  
Фролов О.К. – доктор медичних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)

#### **Члени редакційної колегії журналу:**

- Корнет М.М. – кандидат біологічних наук, доцент, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)  
Швец В.М. – доктор біологічних наук, доцент, Запорізький державний медичний університет (Запоріжжя, Україна)  
Омельянчик Л.О. – доктор фармацевтичних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)  
Попеску К.Г. – доктор філософських наук, доцент, Університет Питешті (Питешті, Румунія)  
Бальбуена Х. А. – доктор філософії Інституту біорізноманіття та еволюційної біології ім. Каванійес Університету Валенсії (Валенсія, Іспанія)  
Рубцова Н.Ю. – кандидат біологічних наук, доцент, Інститут паразитарних захворювань, Центр паразитології, Інс (РСІ) (Скоттсдейл, США)

#### **Відповідальний**

#### **редактор:**

Задорожня В. Ю. – канд. біол. наук, Запорізький національний університет (Україна)

## ЗМІСТ

НЕЗАЛЕЖНЕ УСПАДКУВАННЯ ГЕНІВ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК СОНЯШНИКУ ( <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> L.).....5 <b>Ведмедєва К. В.</b>	5
ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ПЛОДІВ <i>LYCOPERSICON ESCULENTUM</i> MILL. ЗА ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА «SMART» КОМПОЗИТ МАРЦІНІШИН®.....14 <b>Дзендзель А. Ю., Пида С. В., Тригуба О. В.</b>	14
ТРОФІЧНІ КОНСОРТИВНІ ЗВ'ЯЗКИ ВИНОГРАДУ ДІВОЧОГО ЧІПКОГО ( <i>PARTHENOCISSUS INSERTA</i> ) З ПТАХАМИ В КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗАХ КИЄВА.....23 <b>Шупова Т. В.</b>	23
ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ НАФТОЮ ТА НАФТОПРОДУКТАМИ: ОГЛЯД.....32 <b>Шевчик-Костюк Л. З., Романюк О. І., Ощиповський І. В.</b>	32
ВИДИ МОЛЮСКІВ РОДИНИ PISIDIIDAE (MOLLUSCA, BIVALVIA) У ВОДОЙМАХ ТА ВОДОТОКАХ ПІВНОЧІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ЇХ ОСЕЛЕННЯ.....41 <b>Шевчук Л. М., Билина Л. В.</b>	41
ЗМІНИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА РОЗПОДІЛУ НОЧІВЕЛЬ ВОРОНОВИХ ПТАХІВ РОДУ <i>CORVUS</i> НА ЗИМІВЛЯХ У М. КИЇВ ПРОТЯГОМ 1977–2021 РР.....51 <b>Шайда С. В., Дупак В. С., Мартюшева О. О., Яніш Є. Ю.</b>	51

## CONTENTS

INDEPENDENT INHERITANCE OF GENES OF MORPHOLOGICAL TRAITS OF SUNFLOWER ( <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> L.).....	6
<b>Vedmedeva K. V.</b>	
ELEMENTAL COMPOSITION OF <i>LYCOPERSICON ESCULENTUM</i> MILL. FRUITS UNDER THE INFLUENCE OF THE COMBINED ORGANIC AND MINERAL FERTILIZER “SMART” MARCINYSHYN COMPOSITE®.....	14
<b>Dzendzel A. Yu., Pyda S. V., Tryhuba O. V.</b>	
TROPHIC CONSORTIVE RELATIONS OF GRAPE WOODBINE ( <i>PARTHENOCISSUS INSERTA</i> ) WITH BIRDS IN CULTURAL PHYTOCOENOSIS OF KYIV.....	23
<b>Shupova T. V.</b>	
THE PECULIARITIES OF POLLUTION OF SOILS BY OIL AND OIL PRODUCTS: A REVIEW.....	32
<b>Shevchyk-Kostiuk L. Z., Romaniuk O. I., Oshchapovskyy I. V.</b>	
SPECIES OF MOLLUSKS OF THE FAMILY PISIDIIDAE (MOLLUSCA, BIVALVIA) IN WATER BODIES AND WATERCOURSES OF THE NORTH OF THE RIGHT-BANK POLISSYA OF UKRAINE AND CHARACTERIZATION OF THEIR HABITAT.....	41
<b>Shevchuk L. M., Bylyna L. V.</b>	
CHANGES IN THE NUMBER AND DISTRIBUTION OF ROOSTS OF CORVIDS BIRDS (GENUS <i>CORVUS</i> ) DURING 1977-2021 ON THEIR WINTERING IN THE CITY OF KYIV.....	51
<b>Shaïda S. V., Dupak V. S., Martiusheva O. O., Yanish Ye. Yu.</b>	

УДК 575.113.3:633.854.78  
DOI <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-01>

## Незалежне успадкування генів морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus annuus* L.)

**Ведмедєва К. В.**

*Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України*  
Vedmedeva.katerina@gmail.com

**Ключові слова:** соняшник,  
морфологічна ознака, ген,  
успадкування, незалежне  
успадкування, фенотип, аallel.

У соняшнику (*Helianthus annuus* L.) встановлено успадкування близько 150 генів морфологічних ознак і лише кілька зчеплень між ними. Перше вивчене зчеплення встановлено між генами, які визначають ознаки антоціанового забарвлення рослини та ядерної чоловічої стерильності у 1966 році. Зараз вже відомо сім груп зчеплень генів встановлених класичними методами схрещування та аналізу нащадків. Мета дослідження: встановити зчеплення, або незалежне успадкування генів, які обумовлюють прояв морфологічних ознак у ліній соняшнику. У дослідженні використано 22 колекційних лінії. Лінії з альтернативним проявом не менш ніж двох ознак схрещували між собою і вивчали прояв ознак у нащадків першого та другого покоління. Отримані розщеплення аналізували та підтвердили модель розщеплення 9:3:3:1 для двох генів. Проаналізовано 12 комбінацій схрещувань. Установлено незалежне успадкування 16 пар генів, які визначають морфологічні ознаки. Установлено незалежне успадкування гена  $wr_a$ , який контролює ознаку білого пилку і генів  $vs$  (контролює віялоподібне жилкування) та  $Er$  (еректоїдний черешок), гена  $ab2$ , (контролює базальне розгалуження) і гена  $lb$  (світло-коричневе забарвлення листків), гена  $o$  (оранжеве забарвлення крайових квіток) і гена  $Br1$  (верхнє розгалуження). Установлено незалежне успадкування гена  $br$ , який обумовлює верхнє розгалуження і генів  $er_1$  (еректоїдний черешок),  $y$  (жовта точка росту),  $sch$  (світло-зелений листок),  $o$  (оранжеве забарвлення крайових квіток),  $l$  (лимонне забарвлення крайових квіток),  $tu_2$  (довга трубкоподібна форма крайових квіток),  $ag$  (жовті пиляки),  $lb$  (світло-коричневе забарвлення листків),  $er_2$  (еректоїдний черешок).

## Independent inheritance of genes of morphological traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Vedmedeva K. V.

*Institute of Oil Crops of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine*

Vedmedeva.katerina@gmail.com

**Key words:** *sunflower, morphological trait, gene, inheritance, independent inheritance, phenotype, allele.*

In sunflower (*Helianthus annuus* L.) the inheritance of about 150 genes of morphological traits and only a few linkages between them has been established. The first studied coupling was established between genes that determine the traits of anthocyanin colour of the plant and nuclear male sterility in 1966. Seven groups of gene linkages established by classical methods of crossbreeding and analysis of offspring are already known. The purpose of the study is to establish the coupling or independent inheritance of genes that cause the manifestation of morphological traits in sunflower lines. The study used 22 collection lines. Lines with an alternative manifestation of at least two traits crossed each other and studied the manifestation of traits in the offspring of the first and second generations. The resulting cleavages were analyzed and confirmed by a 9: 3: 3: 1 cleavage model for the two genes. 12 combinations of crosses were analyzed. Independent inheritance of 16 pairs of genes that determine morphological traits has been established. Independent inheritance of the *wpa* gene, which controls the trait of white pollen and *vs* (controls fan-shaped veining) and *Er* (erectoid petiole), gene *b2*, (controls basal branching) and gene *lb* (light brown leaf color), gene *o* (orange edge colour) flowers) and gene *Br1* (upper branch). Independent inheritance of gene *br*, which causes upper branching and genes *er1* (erectile petiole), *y* (yellow growth point), *cch* (light green leaf), *o* (orange colour of marginal flowers), *l* (lemon colour of marginal flowers), *tu2* (long tubular shape of the marginal flowers), *ag* (yellow anthers), *lb* (light brown colour of the leaves), *er2* (erectile petiole).

### Вступ

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) має 17 пар хромосом. Встановлено близько 150 генів, які обумовлюють морфологічні ознаки, однак зчеплень між ними виявлено не так багато. Серед відомих можна виділити одну досить численну за кількістю генів групу зчеплення. Перше зчеплення виявлено у 1966 р П. Леклерком між генами: *T*, який обумовлює антоціанове забарвлення різних частин рослини – в першу чергу дискових квіток, покривного епідермісу і практично всіх інших органів, з геном *msc<sub>1</sub>*, який обумовлює ознаку ядерної чоловічої стерильності рослин. Відсоток кросинговеру між цими генами становив 1%<sup>1</sup>. Це зчеплення було активно використано в свій час для отримання перших гібридів соняшнику і використання ефекту гетерозису.

У подальшому це зчеплення було підтверджено іншими дослідниками та доповнено наявністю зчеплення цієї пари генів з генами, що контролюють інші ознаки<sup>2</sup>. У наступних дослідженнях використовували в основному тільки домінуючу ознаку антоціанового забарвлення, оскільки вона має чіткий фенотиповий прояв. Так було виявлено 20% кросинговеру між геном *T* антоціанового

забарвлення та геном *tu*, який визначає форму крайових квіток у вигляді довгої трубки, і 10% з геном *l* який обумовлює лимонне забарвлення крайових квіток<sup>3</sup>. Трохи пізніше показано 5% кросинговеру між генами *l* і *tu1*, які контролюють лимонне забарвлення і трубокподібну форму крайових квіток соняшнику<sup>4</sup>. Якщо узагальнити отриману схему можна сказати, що гени розташовані приблизно так: *ms*- 1% -*T*-10% - *l* -5% - *tu<sub>1</sub>*. Однак не зовсім збігається відсоток кросинговеру між лимонним забарвленням і антоціаном – 10 + 5% дає тільки 15, а не 20%. Втім ці похибки звичайні при встановленні зчеплень генів. З наявних результатів вже зрозумілий порядок розташування генів і їх знаходження в одній хромосомі.

З кінця минулого століття з'явилися публікації з розробки з створення молекулярних маркерів та їх асоційованих панелей для соняшнику. У статті Gentzbittel L зі співавторами<sup>5</sup> була опублікована хромосомна карта соняшнику, у яку було включено кілька генів з встановленим проявом ознак. Серед них і ген ядерної чоловічої стерильності *msc<sub>1</sub>*. Він розташований в 12 хромосомі. Виходячи з цього, можна сказати, що вся ця група генів локалізована в 12 хромосомі. На карті позначено

ще такі гени як  $Rf$  – ген відновлення фертильності пилку – в шостій групі, гени розгалуження  $b_l$  і базального розгалуження  $b_{br}$  в сьомій групі, які знаходяться на відстані 32 сантиморганід. Накопичення результатів досліджень призводить до оновлення генетичної карти сояшнику<sup>6,7</sup>, додають гени, які обумовлюють стійкість до хвороб, посухи або склад олії та білку. З генів, які контролюють морфологічні ознаки було додано лише ген  $l$  лимонного забарвлення крайових квіток в 11 хромосомі<sup>8</sup>, ген  $ul$ , який обумовлює світло-зелене забарвлення листя викликане нестачею хлорофілу, у 10 хромосомі<sup>9</sup>, а також ген апікального розгалуження  $b$  у 16 хромосомі<sup>10</sup>. Але локалізація і успадкування деяких з цих генів залишає багато питань. Так наприклад ген  $l$  лимонного забарвлення позначений різними дослідниками на 11 або на 12 хромосомах<sup>8,5</sup>. Ці розбіжності можуть бути пояснені використанням різних типів забарвлень крайових квіток сояшнику під однією назвою<sup>11</sup>. З ознакою розгалуження рослини сояшника ще складніше, її контролюють кілька генів, які мають різний фенотиповий прояв<sup>12</sup>. При вивченні популяції сояшнику різного походження встановлено асоціації молекулярних маркерів з ознаками розгалуження сояшнику у шести хромосомах<sup>13</sup>.

Серед опублікованих результатів досліджень відмічені ще дві пари зчеплених генів, які контролюють морфологічні ознаки. Встановлено, що між генами  $Br3$  і  $u$ , які визначають суцільне розгалуження та жовту крапку відростання відповідно є 12 % кросингову<sup>12</sup>. Раніше нами доведено зчеплення генів  $P$  та  $ld$ , які визначають наявність панцирності сім'янки і виростів листкової пластинки на черешку відповідно. Частота кросингову між ними становить 11,58%<sup>14</sup>.

Для селекціонерів морфологічні ознаки є однією з важливих складових майбутнього селекційного продукту. Кожна з виявлених ознак з простим генетичним контролем (1-2 генами) може бути використана у якості маркерів для захисту прав селекціонера. Знання про їх успадкування і зчеплення з іншими генами дуже необхідно для прогнозування морфотипу майбутнього гібриду. Знання про незалежне успадкування генів окремих ознак дозволяє робити нові комбінації морфологічних ознак в лініях, створюючи їх унікальний морфотип, в тому числі і для декоративного напряму використання. Встановлення пар генів, які успадковуються незалежно також дають змогу виявити їх розташування і можливі зчеплення з іншими генами, нажалі результати досліджень з незалежним успадкуванням практично не публікуються.

Мета дослідження: встановити зчеплення, або незалежне успадкування генів сояшнику, які зумовлюють морфологічні ознаки: білого пилку,

віялоподібного жилкування листка, еректоїдного черешку, базального та верхнього розгалуження, світло-коричневого та світло-зеленого забарвлення листків, оранжевого та лимонного забарвлення крайових квіток.

### Матеріали та методи досліджень

Колекція ліній сояшнику в Інституті олійних культур НААН налічує більше 400 зразків, з неї відібрані для дослідження ті лінії, які мали морфологічні ознаки з простим успадкуванням, що дозволяє винайти зчеплення чи довести незалежне успадкування ознак. Матеріалом досліджень слугували відібрані 22 лінії сояшнику зі встановленим генетичним контролем морфологічних ознак. Більшість ліній створено з нашою участю. Лінії з назвами «ВК» отримані з Всеросійського науково-дослідного інституту олійних культур В.С. Пустовойта, як і лінія «КГ49». Відповідно генетику ознак в цих лініях вперше вивчали автори. Лінії з назвами «ІпК» отримані шляхом самозапилення відповідних за нумерацією зразків Всеросійського Інституту рослинництва ім. Н.І.Вавілова. Генетичний контроль ознак в лініях використаних для дослідження встановлений за нашою участю<sup>15</sup>. Назви генів були використані в основному ті, що дали цим генам перші дослідники. Однак ці назви неможна вважати однозначними, але лише такими, яких притримуються більшість дослідників. Так лимонне забарвлення крайових квіток позначено геном  $l$ , як це вперше описав П.Леклерк, хоча про нього доповідали російські та українські вчені починаючи з 1914 року. При чому генетичної ідентифікації його зразків з іншими колекціями нам не відомо, як і в інших випадках відкриття генів. Ідентифікація наших колекцій здійснена за більшістю вивчених ознак з колекціями з Всеросійського науково-дослідного інституту олійних культур ім. В.С. Пустовойта та Всеросійського Інституту рослинництва ім. Н.І. Вавілова завдяки співпраці В.В. Толмачова з науковцями цих установ.

Опис морфологічних ознак з їх успадкуванням включених у дослідження ліній представлені у таблиці 1. В таблиці надано лише ознаки та гени які були вивчені у схрещуваннях. Інші спостереження не приводяться для покращення сприйняття.

Лінії вирощували на дослідних полях Інституту олійних культур за звичайною технологією обробітку ґрунту. Посів проводили ручними саджалками, рослини вирощували за схемою 70x70 см. Схрещування проводили із застосуванням ручної кастрації під індивідуальними ізоляторами, пилок збирали також з ізольованих рослин. Для кожного схрещування були задіяні пари ліній, які мали не менш двох відмінних за виразом ознак. По кожній комбінації було оцінено візуально 20 рослин 4 з яких ізолювали для самозапилення.

Таблиця 1 – Характеристика ліній соняшнику задіяних у схрещування

Назва лінії	Вивчена ознака	Ген	Стан гену	Прояв ознаки у лінії
ЛГ-8-4	жилкування листка забарвлення пилку	vs Wp <sub>a</sub>	рецесивний домінантний	посилене жовте
InK1675	жилкування листка забарвлення пилку розташування черешку	Vs wp <sub>a</sub> er	домінантний рецесивний рецесивний	звичайне біле звичайне
КГ49	розташування черешку забарвлення пилку	Er Wp <sub>a</sub>	домінантний домінантний	еректоїдне жовте
Z1064	забарвлення листка розгалуження	Lb b2	домінантний рецесивний	звичайне зелене базальне
КГ119	забарвлення листка розгалуження	lb B2	рецесивний домінантний	блідо-коричневе відсутнє
InK439	забарвлення крайових квіток розгалуження	o, Br1	рецесивний домінантний	оранжеве суцільне
InK2218	забарвлення крайових квіток розгалуження	O, br1	домінантний рецесивний	жовте відсутнє
InK561	розташування черешку розгалуження	er <sub>2</sub> Br	рецесивний домінантний	еректоїдне відсутнє
X711	розташування черешку розгалуження	Er <sub>2</sub> br	домінантний рецесивний	звичайне верхнє
ЗЛ2294	забарвлення точки росту розгалуження	Y, Br	Домінантний домінантний	Звичайне зелене відсутнє
‘Малыш’	забарвлення точки росту розгалуження	y, br	рецесивний рецесивний	жовте, верхнє
КГ102	забарвлення листка розгалуження розташування черешку	cch br er <sub>2</sub>	рецесивний рецесивний рецесивний	яскраво-зелене верхнє еректоїдне
ЗЛ102	забарвлення листка розгалуження	Cch Br	домінантний домінантний	звичайне зелене відсутнє
ВК516	форма крайових квіток розгалуження	tu <sub>2</sub> br	рецесивний рецесивний	довга трубкоподібна верхнє
ВК496	форма крайових квіток розгалуження	Tu <sub>2</sub> Br	домінантний домінантний	несправжньоаязичкова відсутнє
АPS56	розгалуження забарвлення крайових квіток	Br, o	рецесивний рецесивний	верхнє, оранжеве
M1048	розгалуження забарвлення крайових квіток	Br, O	домінантний домінантний	відсутнє жовте
ЛВО7	забарвлення пиляків розгалуження	Ag, Br	домінантний домінантний	жовте відсутнє
In253в	забарвлення пиляків розгалуження	ag, br	рецесивний рецесивний	жовте верхнє
M790	забарвлення крайових квіток забарвлення листка розгалуження	L lb, br	домінантний рецесивний рецесивний	жовте блідо-коричневе верхнє
КГ107	забарвлення крайових квіток забарвлення листка розгалуження	l Lb, Br	рецесивний домінантний домінантний	лимонне звичайне зелене відсутнє
Л2563	забарвлення листка розгалуження розташування черешку	Cch Br Er <sub>2</sub>	домінантний домінантний домінантний	звичайне зелене відсутнє звичайне



Насіння від схрещування та гібридів першого покоління збирали вручну. Отримані потомства другого покоління висівали на окремих ділянках по 200 насінин від трьох самозапилень кожної комбінації. Аналіз розщеплення проводили за методикою М. М. Тихомірової, статистичне доведення розщеплень здійснювали за допомогою критерія Пірсона<sup>16</sup>.

### Результати

Отримані нащадки першого та другого покоління були описані та порашовані. Результати розщеплень у другому поколінні представлені у таблиці 2. Кожне схрещування представлено одним рядком. В другій колонці надані назви генів і через риску ознака, яку вони контролюють. У наступному стовпчику фенотип гібриду першого покоління, а далі фактичне розщеплення на класи, теоретичне співвідношення і значення критерію Пірсона для наявного практично отриманого розщеплення.

У першій комбінації схрещувань ЛГ-8-4 × InK1675 аналізували успадкування генів  $vs$  та  $wr_a$ , які контролюють характер жилкування листків та колір пилку. Рослини першого покоління мали звичайне жилкування та жовтий пилкок. У другому поколінні спостерігали чотири фенотипові класи. Рослинам численнішого з них були притаманні ознаки гібриду першого покоління. Рослини другого класу відповідали за ознаками материнської лінії – віялоподібне жилкування та жовтий пилкок. Третій клас рослин другого покоління мав білий пилкок та звичайне жилкування листків як у батьківської лінії. Четвертий найменший клас рослин другого покоління, поєднував ознаки віялоподібного жилкування та білого пилку У другій комбінації схрещування ліній КГ49 × InK1675 аналізували успадкування генів  $wr_a$  та  $Er$ , які контролюють ознаки білого пилку та еректоїдного розташування черешків. Ознака еректоїдного черешку у нашій колекції представлена трьома генами, кожен з яких обумовлює зміну розташування черешку у просторі окремо. Домінантний алель гену  $Er$ ; задіяного у цьому схрещуванні обумовлює появу короткого черешку менше 10 см, при чому черешок розташований зовсім паралельно стеблу.

У гібридах першого покоління спостерігали прояв ознаки еректоїдного розташування черешків і звичайний жовтий пилкок. У другому поколінні більша частина рослин мала саме такі ознаки. Другий клас рослин поєднував еректоїдне розташування черешків та білий пилкок, третій клас – жовтий пилкок і звичайне розташування черешків. Рослини четвертого класу поєднували ознаки білий пилкок і еректоїдне розташування черешків.

У комбінації схрещування ліній Z1064 × КГ119 аналізували гени  $b_2$  та  $lb$ , які обумовлюють ознаки

базального розгалуження та світло-коричневого забарвлення листка. Генів, які обумовлюють розгалуження, як згадувалось вище кілька і відповідно у цьому та інших схрещуваннях зустрічаються алелі різних генів. Так рецесивний алельний стан гену  $b_2$ , проявляється на рослині у вигляді двох бічних пагонів у пазухах першої пари листків, які іноді досягають розмірів центрального стебла. У першому поколінні спостерігали звичайні рослини без розгалуження та з нормальним забарвленням листків. У другому поколінні спостерігали чотири класи рослин. Більша частина нащадків, як і гібрид першого покоління, мала звичайне листя і не утворювала бічних пагонів. Дві частини відповідно батьківським лініям мали по одній ознаці, або з розгалуженням, або з блідо-коричневим забарвленням листків. Найменша частина рослин другого покоління поєднувала обидві ознаки: базальне розгалуження та світло-коричневе забарвлення листків.

У четвертій комбінації схрещування було використано лінію InK439, яка поєднувала оранжеве забарвлення крайових квіток (рецесивний стан гену  $o$ ) з верхнім розгалуженням, обумовленим доміантним станом гена  $B1$ . Батьківським компонентом була лінія InK2218 зі звичайним жовтим забарвленням крайових квіток і відсутністю бічних пагонів. У гібридів першого покоління спостерігали розгалуження рослин та жовте забарвлення крайових квіток. У другому поколінні було виділено чотири класи. Для рослин більшого класу був характерний фенотип гібриду першого покоління, найменшого- оранжеве забарвлення крайових квіток та відсутність розгалуження. Рослинам третього класу було притаманне поєднання ознак розгалуження з оранжевим забарвленням крайових квіток, а четвертого – жовте забарвлення крайових квіток та відсутність розгалуження.

У п'ятій комбінації схрещування InK561 × X711 аналізували успадкування генів  $er_1$  та  $br$ , які обумовлюють ознаки еректоїдного розташування черешків та верхнього розгалуження. Обидві ознаки проявляються у рецесивному алельному стані. Еректоїдне розташування черешків контролюється іншим геном, ніж був задіяний у третьому схрещуванні. Його прояв відрізняється більшою довжиною черешку – 10-15 см та дуже гострим кутом нахилу до стебла до 30°. Ген розгалуження найбільш часто зустрічається в селекційних лініях та використовується в батьківських формах виробничих гібридів. Умовно ми вважаємо, що це той самий ген, який було позначено при молекулярному маркуванні на сьомій хромосомі як  $b_1^5$ . Хоча секвенування наших колекційних ліній не проводили. У другому поколінні від схрещування InK561 × X711 спостерігали розщеплення на чотири класи. Найбільший

Таблиця 2 – Результати аналізу другого покоління від схрещувань ліній соняшнику з контрастними морфологічними ознаками

Комбінація схрещування	Алелі генів та їх прояв	Фенотип F <sub>1</sub>	Розщеплення F <sub>2</sub>	Модель розщеплення	с
ЛГ-8-4 × ІнК1675	<i>vs</i> – віялоподібне жилкування, <i>wr<sub>a</sub></i> – білий пилок	звичайне жилкування жовтий пилок	77:20:26:7	9:3:3:1	1,25
КГ49 × ІнК1675	<i>Er</i> – еректоїдний черешок, <i>wr<sub>a</sub></i> – білий пилок	звичайний черешок, жовтий пилок	74:21:18:8	9:3:3:1	1,63
Z1064 × КГ119	<i>b</i> базальне розгалуження <i>lb</i> блідо-коричневе забарвлення листків	відсутність розгалуження, зелене забарвлення листя	71:27:27:3	9:3:3:1	3,89
ІнК439 × ІнК2218	<i>o</i> – оранжеве забарвлення крайових квіток, <i>Br/l</i> – верхнє розгалуження	жовте забарвлення крайових квіток, верхнє розгалуження	83:26:18:8	9:3:3:1	2,81
ІнК561 × X711	<i>er<sub>1</sub></i> – еректоїдний черешок, <i>br</i> – верхнє розгалуження	нормальний черешок, відсутність розгалуження	158:52:59:24	9:3:3:1	2,05
ЗЛ2294 × ‘Мальш’	<i>u</i> жовта точка росту, <i>br</i> – верхнє розгалуження	зелена точка росту, відсутність розгалуження	99:28:26:9	9:3:3:1	1,26
КГ102 × ЗЛ102	<i>ssh</i> , світло-зелений листок, <i>br</i> – верхнє розгалуження	зелений листок, відсутність розгалуження	166:53:55:20	9:3:3:1	0,23
ВК496 × ВК516	<i>tu<sub>2</sub></i> , крайові квіти довгої тубокоподібної форми, <i>br</i> – верхнє розгалуження	несправжньоязичкові крайові квітки, відсутність розгалуження	137:40:40:12	9:3:3:1	1,29
АР556 × М1048	<i>Br</i> верхнє розгалуження, <i>o</i> – оранжеве забарвлення крайових квіток	верхнє розгалуження, жовте забарвлення крайових квіток	58:16:22:5	9:3:3:1	1,26
ЛВ07 × Ін253в	<i>ag</i> жовті пиляки, <i>br</i> верхнє розгалуження	чорні пиляки, відсутність розгалуження	170:56:57:20	9:3:3:1	0,07
КГ107 × М790	<i>lb</i> світло-коричневе забарвлення листків, <i>br</i> верхнє розгалуження, <i>l</i> лимонні крайові квітки	зелене листя, відсутність розгалуження, жовте забарвлення крайових квіток	109:31:48:40:12:11:10:6	27:9:9:3:3:3:1	4,35
КГ102 × Л2563	<i>ssh</i> світло-зелений листок, <i>er<sub>2</sub></i> , еректоїдний черешок, <i>br</i> верхнє розгалуження	зелений листок, звичайний черешок, відсутність розгалуження	124:43:42:35:12:15:17:5	27:9:9:3:3:3:1	1,24

Примітка:  $\chi^2_{0,05(k=3)} = 7,82$ ,  $\chi^2_{0,05(k=5)} = 14,07$

клас рослин відповідав гібридному фенотипу, два інші батьківським формам за генотипом, а четвертий найменший поєднував верхнє розгалуження з ознакою еректоїдності черешків. Оскільки еректоїдне розташування черешків має дуже гострий кут зі стеблом, а пагони бічного розгалуження зазвичай мають хоч і гострий, але значно більший кут розташування до стебла, спостерігалось перекручування черешків у частині черешку найближчій до місця його прикріплення. Бічні пагони розташовуються під своїм звичайним кутом до стебла 30-60°, а черешок вимушено вигинався у місті прикріплення до стебла і більша його частина знаходилась під звичайним дуже гострим кутом до стебла, але вже між бічним пагоном та стеблом.

Наступні п'ять комбінацій схрещувань, це схрещування ліній, які містили по два гена, один з яких *br* обумовлює верхнє розгалуження, а інший – рецесивний стан гена, що обумовлює одну з ознак: жовта точка росту (*y*), світло-зелений лист (*cch*), довга трубкоподібна форма крайових квіток (*tu*<sub>2</sub>), оранжеве забарвлення крайових квіток (*o*), жовті пиляки (*ag*). Ці лінії були схрещені з лініями без розгалуження і зі звичайними ознаками з вище перелічених. Відповідно гібриди першого покоління не мали розгалуження та ознак зміненої форми та забарвлення органів рослин. У другому поколінні спостерігали розщеплення на чотири фенотипові класи: більший з ознаками відповідно фенотипу гібрида першого покоління, один клас з розгалуженням. А інший з відповідною іншою ознакою, яка спостерігалась у батьківської форми: жовта точка росту, світло-зелений листок, довга трубкоподібна форма крайових квіток, оранжеве забарвлення крайових квіток, жовті пиляки. І лише рослини найменшого четвертого класу поєднували ознаки розгалуження та іншу відповідну ознаку.

Усі представлені вище розщеплення другого покоління достовірно відповідали теоретично очікуваному співвідношенню класів у другому поколінні для незалежного дигенного успадкування ознак 9:3:3:1.

Кількість нащадків другого покоління, що були в нашому розпорядженні не завжди достатньо для поєднання трьох і більше генів в одній комбінації для одночасного встановлення незалежного успадкування. Але в наших дослідженнях були проаналізовані дві комбінації за трьома генами одночасно, де кількість нащадків у меншому класі була не менше 5 рослин і результати яких можна вважати достовірними без використання додаткових поправок.

У одинадцятій комбінації КГ107 × М790 аналізували успадкування генів *lb*, *br* та *l*, які детермінують блідо-коричневе забарвлення листків, верхнє розгалуження, лимонне забарвлення крайових

квіток. Усі включені ознаки мають рецесивний характер успадкування. Перше покоління рослин мало звичайні ознаки: зелений лист, відсутність галушення та жовте забарвлення крайових квіток. У другому поколінні спостерігали найбільший клас рослин за морфотипом подібний до гібридів першого покоління і найменший клас, який поєднав по три ознаки одночасно.

В комбінації КГ102 × Л2563 аналізували успадкування генів *cch*, *er*<sub>2</sub> та *br*, які у рецесивному стані обумовлювали ознаки: світло-зелений листок, еректоїдний черешок, верхнє розгалуження. Гібриди першого покоління мали звичайне зелене забарвлення листку, нормальний черешок та відсутність розгалуження. Розщеплення другого покоління достовірно відповідає співвідношенню класів: 27:9:9:9:3:3:3:1 в двох останніх схрещуваннях, а рослин у найменшому класі спостерігали 5 та 6. Тому можна вважати доведеним незалежне успадкування ознак в обох схрещуваннях.

Більш ніж, тригени розрахунки не можливі, оскільки потомства соняшнику від однієї рослини не досить великі, щоб забезпечити достовірність. Тому навіть при наявності більшої кількості ознак розраховують лише дві-три окремо, не враховуючи інші.

### Обговорення

Раніше ми вже публікували матеріали з встановлення незалежних успадкувань<sup>15</sup>. Оскільки ми працюємо з використанням одних і тих же ознак з встановленим успадкуванням отримані дані можна об'єднувати, що дасть змогу установити розташування генів та їх зчеплення.

Поєднуючи представлені дані з таблиці та дані, які були отримані до 2005 року<sup>14</sup> можна установити що найбільш вивченими виявились гени, які обумовлюють ознаки: верхнього розгалуження та світло-коричневого забарвлення листків. З'ясовано, що ген, який контролює ознаку верхнього розгалуження позначений нами як *br*; вірогідно той самий, що нанесено на генетичну карту соняшнику у цьому групі під назвою *b<sub>br</sub>*. Він не зчеплений з генами: *er*<sub>1</sub>, *er*<sub>2</sub>, *tu*<sub>2</sub>, *y*, *ag*, *cch*, *sp*, *lb*, *o*, *l*. З яких опосередковано встановлено розташування лише гена *l* на дванадцятій хромосомі.

Установлено, що ген *lb*, який обумовлює ознаку світло-коричневого забарвлення листків, не зчеплений з генами: *Yw*, *ly*, *hbz*, *er*<sub>1</sub>, *br*, *b<sub>1</sub>*. Можливо що *b<sub>1</sub>*, який обумовлює базальне розгалуження також знаходиться в тій же 7 хромосомі на відстані 32 сМ як позначено на карті<sup>5</sup>. Наші дослідження з генетики ознаки розгалуження не виявили зчеплення двох генів розгалуження, але це може бути наслідком того, що це інший ген. За попередніми дослідженнями успадкування ознаки базального розгалуження може бути обумовлено не менш ніж трьома різними генами<sup>17</sup>. Також можливо

причина у тому, що розташування генів на такій відстані виявити складно. Зазвичай встановлюють зчеплення на відстані від 25 до 1 сМ.

Робота з пошуку зчеплених генів на рівні класичної генетики буде продовжуватися з застосуванням наявного колекційного матеріалу. Результати подібних досліджень, як і інші складові вивчення успадкування ознак класичними методами для селекціонера мають не менше значення ніж асоціації з молекулярними маркерами. Отримані асоційовані з ознаками молекулярні маркери у найкращому випадку дають змогу скоротити фізичну роботу при доборі селекційного матеріалу. Практичні знання з успадкування ознак, зчеплення їх генів і варіантів їх прояву при поєднанні цих ознак в одній лінії можливо отримати лише при вивченні у польових умовах результатів схрещувань. Для селекціонера такий досвід і знання дають змогу оцінити практичні аспекти прояву генів у різному генетичному середовищі, у різних умовах вирощування, що й є найважливішою інформацією про практичне втілення генетики окремих ознак у селекційному продукті. Конкретно для соняшника у селекції ліній вже використовують не перший рік ознаки: забарвлення крайових квіток, верхнього розгалуження,

форми листка. Забарвлення квіток створює умови для отримання гібридного насіння на ділянках розмноження з генетичною чистотою до 99,9%. Наявність розгалуження в батьківському компоненті гібриду забезпечує страхування зав'язуваності насіння на ділянках гібридизації за рахунок подовження часу цвітіння. Будь які морфологічні ознаки можуть впливати на якість та кількість насіння соняшнику на ділянках гібридизації та виробничих посівах.

### Висновки

Установлено незалежне успадкування гена  $wr_a$ , який контролює ознаку білого пилку від генів  $vs$  (віялоподібне жилкування) та  $Er$  (еректоїдний черешок), гена  $b_2$ , (базальне розгалуження) від гена  $lb$  (світло-коричневе забарвлення листків), гена  $o$  (оранжеве забарвлення крайових квіток) від гена  $Br1$  (верхнє розгалуження).

Установлено незалежне успадкування гена  $br$ , який обумовлює верхнє розгалуження від генів  $er_1$  (еректоїдний черешок),  $y$  (жовта точка росту),  $csh$  (світло-зелений листок),  $o$  (оранжеве забарвлення крайових квіток),  $l$  (лимонне забарвлення крайових квіток),  $tu_2$  (довга трубкоподібна форма крайових квіток),  $ag$  (жовті пиляки),  $lb$  (світло-коричневе забарвлення листків),  $er_2$  (еректоїдний черешок).

### Література

- (1) Leclercq, P., Heredite de quelques caracteres qualitatifs chez le tournesol. *Ann.Amelior. Plant.* **1968**, 18 (3), 307-315.
- (2) Stoenescu, F. L.; Vranceanu, F. V., Floarea-soarelui. *Editura Academiei Republicii Socialiste* **1974**, 92-125.
- (3) Skaloud, V.; Kovacik, A. In *Survey on inheritance of sunflower characters which are conditioned by a small number of genes, Proceedings of the 8-th International sunflower conference* . 1978; 1978; pp 490-496.
- (4) Толмачев, В.; Ведмедева, Е.; Бочкарев, Н. И.; Толмачева, Н. Н., Сцепленное наследование окраски и формы краевых цветков подсолнечника. *Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур* **2001**, (2), 26-29.
- (5) Gentzbittel, L.; Mestries, E.; Mouzeyar, S.; Mazeyrat, F.; Badaoui, S.; Vear, F.; de Labrouhe, D. T.; Nicolas, P., A composite map of expressed sequences and phenotypic traits of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) genome. *Theoretical and Applied Genetics* **1999**, 99 (1-2), 218-234.
- (6) Talia, P.; Nishinakamasu, V.; Esteban Hopp, H.; Amelia Heinz, R.; Paniego, N., Genetic mapping of EST-SSRs, SSR and InDels to improve saturation of genomic regions in a previously developed sunflower map. *Electronic Journal of Biotechnology* **2010**, 13 (6), 7-8.
- (7) INRA. HA412.v1.1.bronze. [Электронный ресурс]. Raw files for Ha412v1r1 (aka HA412.v1.1.bronze.20141015) genome. <https://www.heliagene.org/HA412.v1.1.bronze.20141015/#:France,2015>.
- (8) Yue, B.; Vick, B. A.; Yuan, W.; Hu, J., Mapping one of the 2 genes controlling lemon ray flower color in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Heredity* **2008**, 99 (5), 564-567. DOI: 10.1093/jhered/esn033
- (9) Yue, B.; Cai, X.; Vick, B.; Hu, J., Genetic characterization and molecular mapping of a chlorophyll deficiency gene in sunflower (*Helianthus annuus*). *Journal of Plant Physiology* **2009**, 166 (6), 644-651. DOI: 10.1016/j.jplph.2008.09.008
- (10) Rojas-Barros, P.; Hu, J.; Jan, C. C., Molecular mapping of an apical branching gene of cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Theoretical and Applied Genetics* **2008**, 117 (1), 19-28. DOI: 10.1007/s00122-008-0748-9

- (11) Ведмедева, К., Генетичний контроль забарвлення крайових квіток мутантних ліній соняшнику. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна. Серія «Біологія»* **2019**, *33*, 21-27. DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2019-33-3>
- (12) Hockett, E. A.; Knowles, P. F., Inheritance of branching in sunflowers, *Helianthus annuus* L. 1. *Crop science* **1970**, *10* (4), 432-436.
- (13) Nambeesan, S. U.; Mandel, J. R.; Bowers, J. E.; Marek, L. F.; Ebert, D.; Corbi, J.; Rieseberg, L. H.; Knapp, S. J.; Burke, J. M., Association mapping in sunflower (*Helianthus annuus* L.) reveals independent control of apical vs. basal branching. *BMC Plant Biology* **2015**, *15* (1), 84. DOI 10.1186/s12870-015-0458-9
- (14) Толмачев, В. В.; Ведмедева, Е. В.; Бочкарев, Н. И.; Толмачева, Н. Н., Сцепленное наследование гена панцирности семянки подсолнечника. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН* **2000**, 38-41.
- (15) Ведмедева, К. В., Створення колекції джерел морфологічних маркерних ознак соняшнику і вивчення їх генетичного контролю. **2004**. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.: 03.00.15.. Одеса. 2004. 16 с.
- (16) Тихомирова, М. М., *Генетический анализ*. ЛГУ: Ленинград, 1990; p 280.
- (17) Vedmedeva, K. V., Inheritance of Basal Branching in Sunflower. *Helia* **2018**, *41* (68), 109-115. DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2017-0030>.

**Елементний склад плодів *Lycopersicon esculentum* Mill.  
за впливу технології вирощування з використанням органо-мінерального  
добрива «SMART» композит Марцінішин®**

<sup>1</sup>Дзендзель А. Ю., <sup>1</sup>Пида С. В., <sup>2</sup>Тригуба О. В.

<sup>1</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

<sup>2</sup>Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка

andrijdzendzel@gmail.com; spyda@ukr.net; boratun1@ukr.net

**Ключові слова:** помідор їстівний, органо-мінеральне добриво, мінеральні елементи, макроелементи, мікроелементи, коефіцієнт біологічного накопичення.

Мінеральні речовини, які містяться в овочах, виконують важливі функції в організмі людини: забезпечують білковий, вуглеводневий, жировий, водний і мінеральний метаболізм; є компонентами вітамінів, ферментів та білків; регулюють фізіологічні процеси рослинного організму. Метою дослідження було здійснення аналізу елементного складу плодів томатів за технології вирощування культури з використанням органо-мінерального добрива. Матеріалами для дослідження слугували італійський гібрид першого покоління Талент помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) та органо-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінішин®. Дослідження виконувалися у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України впродовж 2019–2021 рр. за допомогою спектрофотометричного, титрометричного та атомно-абсорбційного методів. Аналіз агрохімічних показників лучно-чорноземного середньосуглинкового на лесоподібних суглинках ґрунту дослідних ділянок вказує на його придатність для вирощування помідора їстівного. У результаті досліджень у плодах помідора їстівного виявлено макро- (Нітроген, Кальцій, Магній, Калій, Фосфор) та мікроелементи (Ферум, Цинк, Купрум, Манган, Бор). Застосування органо-мінерального добрива в технології вирощування *Lycopersicon esculentum* Mill. F1 Талент сприяло накопиченню у плодах Нітрогену, Кальцію, Калію, Фосфору, Цинку та Мангану. Їх кількість збільшилася на 68,5%, 12,6%, 28,3%, 85,2%, 25,8% та 56,2% відповідно порівняно з контролем, а кількість Феруму зменшилася на 10,3%. За вмістом Купруму та Бору плоди контрольного й дослідного варіантів істотно не відрізнялися між собою. Кількість мікроелементів не перевищувала гранично допустимі концентрації, перебувала в межах норми, вони не проявляли властивості важких металів. За величиною коефіцієнта біологічного накопичення помідор їстівний належить до концентратора Нітрогену, Фосфору, Калію та Купруму, деконцентратора Феруму, Цинку та Мангану. За умови впливу органо-мінерального добрива зростає лежкість плодів у післязбиральний період.

## Elemental composition of *Lycopersicon esculentum* Mill. fruits under the influence of the combined organic and mineral fertilizer “SMART” Marcinyshyn composite®

<sup>1</sup>Dzendzel A. Yu., <sup>1</sup>Pyda S. V., <sup>2</sup>Tryhuba O. V.

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

<sup>2</sup>Kremenets Taras Shevchenko Regional-Humanitarian-Pedagogical Academy

andrijdzendzel@gmail.com; spyda@ukr.net; boratun1@ukr.net

**Key words:** edible tomato, organo-mineral fertilizer, mineral elements, macroelements, microelements, coefficient of biological accumulation.

Mineral substances contained in vegetables perform important functions in the human body, providing protein, carbohydrate, fat, water and mineral metabolism, are components of vitamins, enzymes and proteins, regulate the physiological processes of the plant organism. The purpose of the study was to analyse the elemental composition of tomato fruits according to the culture cultivation technology using organo-mineral fertilizer. Materials for the study were the Italian hybrid of the first generation of Talent edible tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and organo-mineral fertilizer “SMART” Marcinyshyn composite®. The research was carried out in the soil and climatic conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine during 2019–2021 using spectrophotometric, titrimetric and atomic absorption methods. The analysis of agrochemical indicators of meadow-chnozem medium loam on loess-like loam soil of experimental plots indicates its suitability for growing edible tomatoes. As a result of research, macro-(Nitrogen, Calcium, Magnesium, Potassium, Phosphorus) and microelements (Ferum, Zinc, Copper, Manganese, Boron) were found in the fruits of edible tomatoes. Organo-mineral fertilizer application in cultivation technology of *Lycopersicon esculentum* Mill. F1 Talent contributed to the accumulation of Nitrogen, Calcium, Potassium, Phosphorus, Zinc and Manganese in the fruits. Their number increased, respectively, by 68,5%, 12,6%, 28,3%, 85,2%, 25,8% and 56,2% compared to the control, and the accumulation of Ferum decreased by 10,3%. According to the content of Copper and Boron, the fruits of the control and experimental variants did not differ significantly from each other. The number of microelements did not exceed the maximum allowable concentrations, was within the normal range, and those microelements did not exhibit the properties of heavy metals. According to the value of the biological accumulation coefficient, the edible tomato belongs to the concentrator of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Copper, and the deconcentrator of Ferum, Zinc and Manganese. Due to the effect of organo-mineral fertilizer, the ripening of fruits increases in the post-harvest period.

### Вступ

Мінеральні елементи є обов'язковим компонентом рослинного організму, вони необхідні для його нормального росту та розвитку, оскільки виконують структурну, каталітичну (підвищують ефективність ферментів, є активними каталізаторами) та електрохімічну функції<sup>1, 2</sup>. Йони металів беруть участь у формуванні стійкості рослин до несприятливих чинників різної природи<sup>3</sup>. Відомо, що у тканинах рослин виявлено понад 60 елементів мінерального живлення, однак тільки частина з них є необхідними для забезпечення життєдіяльності. Інші, абіогенні, надходять до рослин чисто випадково, пасивно та фактично не є життєво необхідними<sup>4</sup>. Дослідження елементного складу

вегетативних і генеративних органів є актуальною проблемою з погляду вивчення механізмів фізіологічних процесів у рослинах<sup>5</sup>. В організм людини значна кількість мінеральних речовин надходить з овочевою продукцією.

Згідно з Концепцією Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 р. Україна входить у ТОП-20 світових лідерів за валовим виробництвом овочевої і баштанної продукції та посідає третє місце в Європі за показниками їх загального виробництва, поступаючись лише Італії та Іспанії<sup>6</sup>.

За даними Організації з продовольства і сільського господарства (ФАО), помідор їстівний посідає перше місце у світі серед овочевих за

площами вирощування та відрізняється найбільшим різноманіттям сортименту<sup>7</sup>. В Україні серед овочів *Lycopersicon esculentum* Mill. – найпоширеніша культура. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, на 2021 р. було зареєстровано 518 сортів, з них лише 80 – вітчизняної селекції<sup>8</sup>. Культура є екологічно пластичною та високоврожайною з універсальним використанням плодів.

Дослідженням якості плодів томатів за різних технологій вирощування займаються українські та іноземні вчені<sup>7,9–11</sup>. Встановлено, що плоди *Lycopersicon esculentum* Mill. містять низку поживних речовин, які широко вивчаються на предмет їх потенційного впливу на здоров'я людини, включно з клітковиною, мінералами, вітамінами С і Е, каротиноїдами, хлорофілами, (полі)фенолами, глікоалкалоїдами та органічними кислотами<sup>12</sup>. Мінімальна рекомендована норма вживання помідорів в Україні для працездатного населення становить 25 кг на рік – 0,068 кг на добу<sup>13</sup>. В організмі людини мінеральні елементи входять до складу речовин, зокрема вітамінів, ферментів і білків, впливають на білковий, вуглеводневий, жировий, водний та мінеральний обмін.

**Мета дослідження** – проаналізувати елементний склад плодів томатів за технології вирощування культури з використанням органо-мінерального добрива (далі – ОМД).

#### Матеріал та методи досліджень

Польові дослід з помідором їстівним заклали в умовах Західного Лісостепу України на ділянках фермерського господарства (с. Курники Тернопільського району Тернопільської області) на лучно-чорноземних середньосуглинкових на лесоподібних суглинках ґрунтах упродовж 2019–2021 рр. Кліматичні умови вегетаційних періодів загалом сприяли оптимальному росту та розвитку помідора їстівного. Середньомісячна температура повітря у квітні – травні відповідала нормі – +12–22°C; у червні – +19–26°C; у липні – серпні – +25–30°C.

Матеріалом дослідження слугував італійський (виведений спеціалістами фірми *Esasem*) гібрид першого покоління Талант помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) та органо-мінеральне добриво «SMART» композит Марцінішин®. Гібрид помідора їстівного F1 Талант є кущовий, детермінантний, середньостиглий<sup>14</sup>.

Органо-мінеральне добриво «Smart» композит Марцінішин® марок Гармонія наногідрат, Аграрний ЕЛ-композит, Тріплетремедіант деструктор, Фазовий прискорювач, Поліремедіант Н-10, Адаптор С-11-11, Агрехелп-24, р. ( $N_{3ar}$  – 0,6±0,5%,  $P_{2O_5}$  – 0,7±0,5%,  $K_2O$  – 0,6±0,5%,  $C_{3ar}$  – 8,0±0,5%) включене до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, зі статусом

«постійна реєстрація» для застосування в сільському господарстві. Відповідно до плану державних випробувань застосування відбувається шляхом позакореневого, листового підживлення, обробки насіння безпосередньо перед посівом зернових колосових культур, кукурудзи, соняшнику, сої, ґрунту навесні перед сівбою, поживних решток із нормами витрат згідно з агрономічними рекомендаціями для кожної марки добрива<sup>15</sup>. Марки ОМД відрізняються між собою складом і напрямом дії.

ОМД, відповідно до Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності (ДСан-ПіН8.8.1.002-98)<sup>16</sup>, відповідають вимогам безпеки для здоров'я та життя людини, не забруднюють навколишнє природне середовище, оскільки це препарати 4 класу токсичності.

Добриво виготовляють за технічними умовами ТУ У 20.1-2292002437003:2016 «Концентрована органічна добавка в надмалих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації «SMART» композит Марцінішин®»<sup>17</sup>. Розробником нормативно-технічної документації, технології застосування для вищезазначених культур та виробником добрива є ФОП Марцінішин Юрій Данилович, Україна (ТОВ «Науково-дослідний інститут ноосферної валеології Марцінішин здоров'я збереження і планетарної екологічної безпеки людини», Україна). Розроблену технологію використано під час вирощування помідора їстівного.

Польові дослід з помідором їстівним заклали у двох варіантах: контроль (без застосування добрив) і дослід (за впливу технології з використанням ОМД). Помідори вирощували розсадним способом. Розсаду вирощували в теплиці, висаджували у відкритий ґрунт у третій декаді травня за схемою 60×40 см. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова.

У дослідному варіанті для підживлення кореневої системи та покращення приживаності розсади її перед висаджуванням у ґрунт замочували на 5–10 хв ОМД: вода зі скважини (100 л) + Адаптор С-11-11 (20 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А) (1 л) + засоби захисту рослин\* + Аграрний ЕЛ-композит (1 л). У фазі 3–4 справжніх листків для поліпшення формування вегетативних органів проводили позакореневе підживлення рослин ОМД шляхом обприскування надземної маси за допомогою ранцевого мотообприскувача: вода (200 л) + Адаптор С-11-11 (12 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А) (1 л) + засоби захисту рослин\* + Фазовий прискорювач (0,2 л). Друге позакореневе підживлення рослин спрямоване також на інтенсифікацію ростових процесів вегетативних органів. Його проводили у фазі 5–7 справжніх листків за допомогою ОМД: вода (200 л) + Адаптор С-11-11 (12 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А)



(1 л) + засоби захисту рослин\*. У фазі формування кущів – початку бутонізації проводили третє поза-кореневе підживлення рослин ОМД: вода (200 л) + Адаптор С-11-11 (12 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А) (1 л) + засоби захисту рослин\* + Агрохелп 24 (25 мл). Наступне обприскування рослин ОМД проводили у фазі початку цвітіння: вода (200 л) + Адаптор С-11-11 (12 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А) (1 л) + засоби захисту рослин\*. Обприскування рослин ОМД здійснювали також у фазі формування ягід для поліпшення розвитку генеративних органів: вода (200 л) + Адаптор С-11-11 (12 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А) (1 л) + засоби захисту рослин\* + Гармонія нано-гідрат (0,2 л). Останнє обприскування рослин ОМД проводили у фазі змикання ягід: вода (200 л) + Адаптор С-11-11 (12 мл) + Нано Гідрат Гумату (марки А) (1 л) + засоби захисту рослин\*. Рослини контрольного варіанту в аналогічних фазах росту й розвитку зволожували водою із засобами захисту рослин\* також за допомогою ранцевого мотооприскувача.

Ґрунт для агрохімічного дослідження відбирали в ранньовесняний період на полі за ДСТУ 4287:2004 з наступною підготовкою (ДСТУ ISO 11464:2007). У середній пробі ґрунту визначали кислотність (ДСТУ ISO 10390:2001), вміст органічної речовини (гумусу) оксидиметричним методом (ДСТУ 4289:2004), кількість нітратного та амонійного Нітрогену згідно з ДСТУ 4729:2007, рухомого Фосфору й обмінного Калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115:2002), вміст обмінних Кальцію, Магнію, Натрію і Калію (ДСТУ ISO 11260:2001), рухомих

сполук Co, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, Mn, Fe в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ДСТУ 4770.1:2007 – 4770.9:2007). Аналізи виконано в лабораторії інструментальних методів досліджень Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (свідоцтво про атестацію № 01-0105/2017 від 1 серпня 2017 р.).

Для проведення аналізів відбирали по 2 стиглі плоди з 5 рослин кожної повторності польового досліду. Рандомним способом із цих плодів формували по 3 об'єднані проби. Дослідження мінерального складу плодів помідора проводили способом озоління прискореним методом Гінзбург, Щеглової за допомогою спектрофотометричного (N, P, K), титриметричного (Ca, Mg)<sup>18</sup> та атомно-абсорбційного на Сатурн 4-ПАВ після сухого озоління за Сухаревою<sup>19</sup> методів (Mn, Cu, Zn, V, Fe) у лабораторії агрохімії (свідоцтво про технічну компетентність № МВ 09-2019 від 26 вересня 2019 р) Державного підприємства «Дослідне господарство “Мелітопольське” Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України». Для з'ясування інтенсивності поглинання макро- й мікроелементів рослинами розраховували їхні коефіцієнти біологічного поглинання (далі – КБП) за формулою<sup>20</sup>:

$$\text{КБП} = \frac{\text{вміст елемента в золі рослини (мг/кг)}}{\text{вміст елемента у ґрунті (мг/кг)}}$$

Результати досліджень були оброблені за допомогою методів варіаційної статистики з

Таблиця 1 – Агрохімічні показники лучно-чорноземного середньосуглинкового на лесоподібних суглинках ґрунту, середнє за 2019–2021 рр.

Агрохімічний показник	Значення	Оптимальний показник, максимально допустимі концентрації
Кислотність: обмінна рН <sub>сол.</sub>	6,7±0,01	6,5–7,5 (за ДСТУ 4362:2004)
рН вод.	7,61±0,03	
Вміст в орному шарі органічних речовин (гумусу), %	4,76±0,03	4,0–5,0 (за ДСТУ 4362:2004)
Нітратний Нітроген, мг/кг	23,0±0,43	
Амонійний Нітроген, мг/кг	13,3±0,47	
Мінеральний Нітроген, мг/кг	36,3	30–45
Рухомий Фосфор, мг/кг	180,0±1,3	130–190
Обмінний Калій, мг/кг	340,0±1,4	90–350
Вміст обмінних катіонів Кальцій Ca <sup>2+</sup> , ммоль/100 г	46,71±0,8	Сума обмінних катіонів – 25–30
Вміст обмінних катіонів Магній Mg <sup>2+</sup> , ммоль/100 г	3,22±0,08	
Вміст обмінних катіонів Натрій Na <sup>+</sup> , ммоль/100 г	0,29±0,01	
Вміст обмінних катіонів Калій K <sup>+</sup> , ммоль/100 г	2,5±0,04	
Рухомі сполуки Феруму, мг/кг	2,2±0,01	–
Рухомі сполуки Мангану, мг/кг	36,9±0,02	80
Рухомі сполуки Купруму, мг/кг	0,3±0,01	3–4,3
Рухомі сполуки Цинку, мг/кг	11,4±0,03	6–7,23

використанням критерію Стьюдента. У таблицях наведено середні арифметичні величини (M) та їх помилки ( $\pm m$ ). Зміни вважалися вірогідними за  $p \leq 0,05^{21}$ .

### Результати

Встановлено, що ґрунт має нейтральну реакцію середовища, характеризується високим вмістом органічних речовин, рухомих форм Фосфору та обмінного Калію, середнім – мінерального Нітрогену, підвищеним – обмінного  $Ca^{2+}$ , низьким – обмінних катіонів  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ , рухомих форм Феруму, Мангану, Купруму, Цинку та Кобальту (див. табл. 1). Вміст рухомих форм важких металів не перевищує максимально допустимі концентрації, тому небезпеки забруднення ними продукції немає.

Отримані експериментальні дані щодо елементного складу плодів *Lycopersicon esculentum* Mill. свідчать про наявність у них макро- (Нітроген, Кальцій, Магній, Калій, Фосфор) та мікроелементів (Ферум, Цинк, Купрум, Манган, Бор) (див. табл. 2). Встановлено, що за використання ОМД в технології вирощування помідора їстівного кількість Нітрогену та Фосфору у плодах збільшилася на 68,5% та 85,2%. Варто зазначити, що вміст рухомого Фосфору у ґрунті дослідних ділянок був у межах оптимального показника.

У результаті досліджень виявлено високий вміст Кальцію у плодах контрольного та дослідного варіантів. За впливу ОМД його кількість зросла на 12,6%. Надлишок Кальцію може блокувати надходження в рослини низки елементів, з якими Кальцій має антагоністичні відносини (насамперед це стосується Калію). Плоди помідора F1 Талент характеризуються середньою кількістю Калію, незважаючи на високий вміст обмінного K та низький вміст обмінного катіону  $K^+$  у ґрунті. Плоди дослідного варіанту акумулюють на 28,3% елемента більше порівняно з контролем.

За впливу ОМД не виявлено статистично достовірної різниці за кількістю Магнію у плодах. Варто зазначити, що сума обмінних катіонів  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  у ґрунті була більшою порівняно з оптимальним показником, однак домінуючим катіоном серед зазначених виявився  $Ca^{2+}$ .

Загалом ряди макроелементів, розташованих у порядку зменшення їхніх концентрацій у тканинах плодів помідора їстівного гібриду F1 Талент контрольного та дослідного варіантів, мають такий вигляд:  $K > N > Ca > Mg > P$  та  $K > N > P > Ca > Mg$ .

Концентраційні ряди розташування мікроелементів у плодах помідора їстівного гібриду F1 Талент контролю та дослідю мають послідовність  $Fe > Cu > B > Zn > Mn$  та  $Fe > Cu > Zn > B > Mn$  відповідно. Вищезазначені ряди відображають і функціональну роль кожного з досліджених хімічних елементів у забезпеченні процесів життєдіяльності помідора їстівного.

На основі розрахунку коефіцієнтів біологічного поглинання Нітрогену (КБП=41,0), Фосфору (КБП=1,29) і Калію (КБП=5,82) встановлено, що зазначені вище макроелементи акумулюються у плодах помідора їстівного.

КБП Феруму (0,97 у контролі та 0,87 у досліді), Цинку (0,078 у контролі та 0,098 у досліді) та Мангану (0,004 у контролі та 0,007 у досліді) вказують на те, що зазначені вище мікроелементи не накопичуються у плодах, а рослини томатів належать до їх деконцентраторів. Помідор їстівний акумулює у плодах Купрум. КБП Cu контрольного та дослідного варіантів становлять 4,3 та 4,7 відповідно, що характеризує томати як концентратора зазначеного елемента.

Лежкість плодів помідора їстівного оцінюється за співвідношенням кількості в них основних макроелементів. Співвідношення  $(K+Mg)/Ca$ ,  $N/Ca$  та  $Ca/Mg$  у плодах дослідного варіанту порівняно з контролем зросло на 9,8%, 48,7% та 14,1%, проте не перевищило допустимий рівень (див. табл. 3).

Таблиця 2 – Вміст мінеральних елементів у плодах (*Lycopersicon esculentum* Mill.) гібриду першого покоління Талент за впливу ОМД (середнє за 2019–2021 рр.)

№	Назва елемента	Символ елемента	Кількість, мг/кг	
			контроль	дослід
1	Нітроген	N	1490,0 $\pm$ 12	2510,0 $\pm$ 14*
2	Кальцій	Ca	382,2 $\pm$ 4,84	430,4 $\pm$ 3,76*
3	Магній	Mg	361,4 $\pm$ 3,92	356,2 $\pm$ 3,86
4	Калій	K	1980,6 $\pm$ 13	2540,8 $\pm$ 16*
5	Фосфор	P	232,5 $\pm$ 1,86	430,7 $\pm$ 1,78*
6	Ферум	Fe	2,14 $\pm$ 0,04	1,92 $\pm$ 0,03*
7	Цинк	Zn	0,89 $\pm$ 0,01	1,12 $\pm$ 0,01*
8	Купрум	Cu	1,29 $\pm$ 0,03	1,40 $\pm$ 0,04
9	Манган	Mn	0,16 $\pm$ 0,01	0,25 $\pm$ 0,01*
10	Бор	B	1,04 $\pm$ 0,04	0,99 $\pm$ 0,03

Примітка: \* – дані статистично значущі за t-критерієм Стьюдента ( $p \leq 0,05$ )

Таблиця 3 – результати обчислення співвідношення основних макроелементів плодів помідора їстівного за впливу ОМД

Спів-відношення	Контроль	Дослід	Оптимум або допустимий рівень
(K+ Mg)/Ca	6,1	6,7	<5–20
N/Ca	3,9	5,8	≤10
Ca/Mg	1,06	1,21	≥1

### Обговорення

Загалом ґрунт за якісними показниками придатний для вирощування помідора їстівного, оскільки культура віддає перевагу слабкокислим або нейтральним ґрунтам і є вимогливою до поживних речовин.

На накопичення елементів мінерального живлення в рослинах впливає кількість їх рухомих форм у ґрунті. Збільшення вмісту макро- (Нітрогену, Фосфору, Калію та Кальцію) та мікроелементів (Цинку, Купруму та Мангану) у плодах помідора їстівного дослідного варіанту вказує також на поліпшення мінерального живлення рослин за використання ОМД. Відомо, що внесення твердих ОМД сприяло підвищенню вмісту лабільної органічної речовини в чорноземі типовому у 2,2–2,4 рази<sup>22–24</sup> порівняно з контролем, також зростав ступінь гуміфікації, спостерігалось збагачення Нітрогеном органічної речовини ґрунту. Вміст рухомих фосфатів в орному шарі ґрунту збільшувався на 14–23% за умов внесення органіко-мінеральних добрив уроzkид, за локального внесення – на 20–44%, вміст обмінного калію збільшувався на 23% та 70% відповідно. Таким чином, внесення ОМД добрив забезпечує культуру оптимальним живленням макроелементами впродовж вегетації.

Встановлено, що кількість макроелемента Нітрогену за впливу ОМД є середньою, тобто не перевищує допустимий рівень, оскільки це важливо для якості плодів томатів. У сухій масі рослин міститься від 1 до 5%. Нітроген є одним з основних елементів живлення, що необхідний для росту та розвитку рослин<sup>1</sup>, проте його підвищений вміст у післязбиральний період є негативним фактором не лише з позиції надлишку азотовмісних речовин (зокрема, нітратів), а й може знизити стійкість плодів до грибкових захворювань та підвищити прояви фізіологічних розладів<sup>25</sup>. Водночас сильне відхилення вмісту Нітрогену від оптимуму може свідчити про нестачу елемента для рослин упродовж вегетації та зумовити недоотримання маси плодів. Другим за вагомістю ключовим макроелементом після Нітрогену, що істотно впливає на процеси росту й розвитку рослин, є Фосфор<sup>26</sup>. Його кількість у плодах, як і кількість

Калію, істотно зростала за використання в технології вирощування ОМД. Очевидно, це пов'язано з достатньою кількістю зазначених вище макроелементів у ґрунті.

Серед факторів, що визначають якість плодів, Кальцій вважається одним із найважливіших мінеральних елементів<sup>27</sup>. Варто зазначити, що його концентрація у плодах є важливою характеристикою післязбиральної якості. З нестачею зазначеного елемента безпосередньо пов'язаний ризик прояву фізіологічних хвороб томату (верхівкова (апикальна) гниль плодів томатів, внутрішній некроз томатів, золотиста плямистість томатів тощо). Високий вміст Кальцію у плодах, найвірогідніше, є наслідком впливу ґрунтових умов (див. табл. 1), оскільки у ґрунті дослідних ділянок визначено високий вміст обмінного катіону Ca<sup>2+</sup>. Антагоністом Кальцію у рослинах є Магній. Відомо, що його концентрація в рослинах може коливатися від 0,5 до 1%<sup>28</sup>. Основна його кількість зосереджена у хлоропластах, зокрема у складі хлорофілів<sup>1</sup>. Низький вміст Магнію у плодах контрольного й дослідного варіантів можна пояснити тим, що для експериментів використовували дозрілі плоди, у яких хлоропласти перетворилися на хромопласти.

Нітроген, Фосфор і Калій є концентраторами, оскільки, згідно з класифікацією А.І. Перельмана, за КБП>1 елементи накопичуються в рослинах і їх можна віднести до концентраторів, а за КБН<1 тільки захоплюються, а отже, належать до деконцентраторів<sup>20</sup>. Аналіз результатів співвідношення основних макроелементів плодів помідора їстівного показав, що застосування ОМД підвищує лежкість плодів.

У тканинах рослин виявлено понад 60 мікроелементів, проте лише 8 із них (Fe, Cu, Mn, Mo, B, Zn, Cl) є життєво необхідними. Мікроелементи входять в активні центри ферментів, беруть участь у метаболізмі, впливають на процеси росту, розвитку, розмноження, стійкість до несприятливих умов<sup>1</sup>.

Аналіз концентрацій мікроелементів (Fe, Zn, Mn, Cu, B) у сухій речовині плодів рослин помідора їстівного показав, що найвищим у них є вміст Феруму. Використання ОМД у технології вирощування культури знижувало його кількість у плодах на 10,3%, сприяло акумуляції Цинку та Мангану, що на 25,8% та 56,2% відповідно більше порівняно з контролем. Не виявлено статистично достовірної різниці у значеннях концентрацій Купруму та Бору.

У ґрунті валовий вміст Феруму коливається від 1 до 10%, а в рослинах – 0,02–0,08%, тому він перебуває на межі між макро- й мікроелементами. Ферум (Fe) є найважливішим мікроелементом, що відповідає за нормальний ріст рослин, є структурним компонентом низки ферментів і пігментів<sup>25</sup>.

У рослинах Ферум виконує також дуже важливі функції, зокрема забезпечує перенесення електронів у процесах дихання, фотосинтезу, відновлення Нітрогену, Сульфуру<sup>1</sup>.

На кількість мікроелементів у сухій речовині плодів впливає вміст у ґрунті їх рухомих сполук та антагоністичні відносини між елементами: Кальцієм і Манганом<sup>28</sup>, Ферумом та Манганом, Цинком і Манганом.

За дослідженнями вчених<sup>29</sup>, на елементний склад плодів впливають також сортові особливості рослин помідора. Показано, що дослідні зразки помідорів відрізнялися значним вмістом мінеральних речовин. Вміст калію коливався в межах від 275 мг/100 г у сорті F4 (Геркулес Dark Green) до 300 мг/100 г у сортах Карась та Іскорка. Значний вміст кальцію та заліза виявлено в сорті Іришка (16 мг/100 г та 95 мг/100 г відповідно). Максимальний вміст магнію – у сорті Лагоранж (22 мг/100 г), мінімальний – у сортах Чайка та Малинове Віконте (18 мг/100 г). Значний вміст натрію виявлено в сорті Аміко та Карась (41 мг/100 г).

Варто зазначити, що замочування кореневої системи розсади в ОМД перед висаджуванням її у відкритий ґрунт сприяло підживленню рослин, прискорило процес приживання в польових умовах, що відповідно вплинуло на інтенсивність ростових процесів помідора їстівного. Рослини контрольного варіанту прижилися всі, проте морфометричні показники їх були нижчими. Шестиразове позакореневе підживлення ОМД протягом онтогенезу поліпшувало мінеральне живлення рослин. Це зумовило інтенсивніший ріст стебла, формування більшої кількості пагонів у кущі та листків<sup>30</sup>, які є донором пластичних речовин, а отже, вплинуло на елементний склад плодів, які є їх акцептором.

Мінеральні речовини виконують важливі функції в організмі людини, однак не синтезуються. Збалансоване харчування з достатньою кількістю рослинних продуктів може задовольнити потребу в мінеральних речовинах і допомагає уникнути наслідків їх нестачі<sup>31</sup>.

Вміст мінеральних елементів у плодах помідора перебував у межах гранично допустимих концентрацій для сировини та харчових продуктів<sup>32</sup>. Незважаючи на їх важливість і поживну цінність, мікроелементи в разі накопичення у високих концентраціях проявляють токсичні властивості важких металів.

### Висновки

Агрохімічні показники лучно-чорноземного середньосуглинкового на лесоподібних суглинках ґрунту дослідних ділянок сприяють формуванню плодів помідора їстівного хорошої якості. Вміст рухомих форм важких металів не перевищує максимального допустимого концентрації.

На основі проведених польових досліджень встановлено, що використання ОМД в технології вирощування *Lycopersicon esculentum* Mill. F1 Талент підвищувало вміст у плодах на 68,5% Нітрогену, на 12,6% Кальцію, на 28,3% Калію, на 85,2% Фосфору, на 25,8% Цинку, на 56,2% Мангану та знижувало на 10,3% Феруму. Кількість Купруму й Бору у плодах контрольного та дослідного варіантів перебувала на одному рівні, що вказує на індивідуальний вплив ОМД на зазначені вище показники. Вміст мікроелементів не перевищує гранично допустимих концентрацій, вони не проявляють властивості важких металів, оскільки перебувають у межах норми.

За величиною КБП рослини помідора їстівного належать до концентраторів Нітрогену, Фосфору, Калію, Купруму та деконцентраторів Феруму, Цинку, Мангану.

За впливу ОМД не знижується лежкість ягід, плоди контрольного й дослідного варіантів помідора їстівного F1 Талент, вирощеного у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (Тернопільська область), мають потенційну придатність до післязнімального зберігання.

Дослідження елементного складу рослин за впливу ОМД є перспективними та актуальними. Вони можуть пояснювати механізми фізіологічних процесів, метаболізму та акумуляції органічних речовин у плодах помідора їстівного, оскільки макро- й мікроелементи є їх складовими компонентами.

### Література

- (1) Коць, С.Я.; Перерсон, Н.В. *Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин*; Логос, Київ, **2005**; 150 с.
- (2) Санін, Ю.В.; Санін, В.А.; Санін, О.Ю. Особливості позакореневого підживлення с/г культур мікроелементами. *Агроном* **2016**. Available from: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvostipozakor-enevogopidzhyvlennya-s-g-kultur-mikroelementamy/>.
- (3) Колупаєв, Ю.А.; Акініна, Г.Є. Вплив Ca<sup>2+</sup> на компоненти системи антиоксидантного захисту в колеоптелях пшениці за умов теплового стресу. *Живлення рослин: теорія і практика: збірник наукових праць, присвячений 100-річчю від дня народження академіка АН УРСР та ВАСГНІЛ П.А. Власюка*; Логос, Київ, **2005**, с. 71–81.
- (4) Гументик, М.Я.; Гончарук, Г.С.; Гументик, В.М. Продуктивність біомаси міскантусу залежно від густоти садіння ризомів в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник* **2020**, 16 (1), 64–70. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.116.1.4.

- (5) Fernández-Ruiz, V.; Olives, A.I.; Cámara, M.; De Cortes Sánchez-Mata, M.; Esperanza Torija, M. Mineral and Trace Elements Content in 30 Accessions of Tomato Fruits (*Solanum lycopersicum* L.) and Wild Relatives (*Solanum pimpinellifolium* L., *Solanum cheesmaniae* L. Riley, and *Solanum habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner). *Biological Trace Element Research* **2011**, 141, 329–339.
- (6) Про схвалення Концепції Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1333-р. *Верховна Рада України: законодавство України* **2020**. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1333-2020-%D1%80#Text>.
- (7) Завадська О.В.; Пархомук Я.Р. Якість плодів помідора залежно від сорту та ступеня стиглості. *Modern Scientific Researches. Agriculture* **2019**, 9 (1), 88–91. DOI: 10.30889/2523-4692.2019-09-01-017.
- (8) Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. *Міністерство аграрної політики та продовольства України: вебсайт* **2021**. Available from: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reestr-sortiv-roslin>.
- (9) Дзендель, А.Ю.; Пида, С.В. Вплив рекультиванту композиційного *Trevitan*<sup>TM</sup> на продуктивність та якісний склад плодів помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Екологічні науки* **2022**, 4 (43), 107–112. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.17>.
- (10) Xin, Xu; Jinhang, Wang; Huihui, Wu; Qianhui, Yuan; Jiahui, Wang; Jun, Cui; Aijun, Lin. Effects of selenium fertilizer application and tomato varieties on tomato fruit quality: A meta-analysis. *Scientia Horticulturae* **2022**, 304, 111242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111242>.
- (11) Yuechen, Yan; Weihui, Xu; Yunlong, Hu; Renmao, Tian; Zhigang, Wang. *Bacillus velezensis* YUC promotes tomato growth and induces resistance against bacterial wilt. *Biological Control* **2022**, 172, 104977. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104977>.
- (12) Cruz-Carrión, Á.; Calan, L.; Ruizde Azua, Ma.J.; Mena, P.; Del Rio, D.; Suárez, M.; Arola-Arnal, A. (Poly)phenolic composition of tomatoes from different growing locations and their absorption in rats: A comparative study. *Food Chemistry* **2022**, 388, 132984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132984>.
- (13) Сич, З.Д.; Сич, І.М. *Гармонія овочевої краси та користі*; Арістей, Київ, **2005**; 192 с.
- (14) Талант F1 насіння помідора детермінантного (*Esaset*). *Супермаркет насіння: вебсайт* **2022**. Available from: <https://semena.cc/uk/5405-talent-f1-semena-tomata-det-esaset.html>.
- (15) Про затвердження зразків заявок, що подаються суб'єктами господарювання на випробування та державну реєстрацію пестицидів та агрохімікатів: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 25 березня 2008 р. № 149. *Верховна Рада України: законодавство України* **2008**. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0389-08#Text>.
- (16) Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи. Технічні умови ТУ У 20Л-2292002437-003:2016 «Концентрована органічна добавка в надмалих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації “SMART” композит Марцінішин®» від 22 лютого 2016 р. № 05.03.02-07/4931.
- (17) Технічні умови ТУ У 20.1-2292002437-003:2016 «Концентрована органічна добавка в надмалих масштабах з функцією тунелювання і самоорганізації “SMART” композит Марцінішин®».
- (18) Радов, А.С.; Пустовой, И.В.; Корольков, А.В. *Практикум по агрохимии: учебное пособие для высших сельскохозяйственных заведений*; Агропромиздат, Москва, **1985**; 312 с.
- (19) Методи аналізів ґрунтів і рослин: методичний посібник; ред. Булигін, С.Ю. та ін.; Харків, **1999**; 157 с.
- (20) Перельман, А.И. *Геохимия*; Высшая школа, Москва, **1989**; 582 с.
- (21) Мельниченко, О.П.; Якименко, І.Л., Шевченко, Р.Л. *Статистична обробка експериментальних даних: навчальний посібник*; Біла Церква, **2006**; 34 с.
- (22) Скрильник, Є.В. Вплив органо-мінеральних добрив на агрохімічні та фізико-хімічні показники чорнозему типового. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»* **2009**, 1, 137–141.
- (23) Шувар, І.А.; Гнидюк, В.С.; Сендецький, В.М. Поліпшення родючості ґрунтів застосуванням органічних добрив і комплексних гумінових препаратів, виготовлених за новітніми технологіями. *Посібник українського хлібороба* **2016**, 1, 195–201.
- (24) Кисель, В.И. *Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы*; Штрих, Харьков, **2000**; 162 с.
- (25) Ушкаренко, В.О.; Минкін, М.В.; Берднікова, О.Г. Формування продуктивності гібридного томата СХД-277 залежно від мінерального живлення в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник* **2018**, 100 (2), 105–111.
- (26) Ávila-Juárez, L.; Torres-Pacheco, I.; Ocampo-Velázquez, R.V.; Feregrino-Pérez, A.A.; Cruz Hernández, A.; Guevara-González, R.G. Integrating plant nutrients and elicitors for production of secondary

- metabolites, sustainable crop production and human health: A review. *International Journal of Agriculture & Biology* **2017**, 19, 391–402. DOI: 10.17957/IJAB/15.0297.
- (27) El-Badawy, H.E.M. Effect of chitosan and calcium chloride spraying on fruits quality of Florida prince. *Agric. Biol. Sci.* **2012**, 8, 272–281.
- (28) Лихочвор, В.В.; Демчишин, А.М. Роль кальція и магния при интенсивном земледелии. *Пропозиція* **2016**, 1. Available from: <https://propozitsiya.com/rol-kalciya-i-magniya-pri-intensivnom-zemledelii>.
- (29) Валько, М.І.; Стоянова, О.В.; Короленко, В.А.; Валько, П.М.; Ільюшенко, І.В. Розроблення блок-схеми виробництва томатного кетчупу на основі концентрованих томатопродуктів. *Вісник Херсонського національного технічного університету* **2018**, 1(64), 103–108.
- (30) Дзендзель, А.Ю.; Пида, С.В. Регуляція морфогенезу рослин помідора їстівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.) органо-мінеральним добривом «Smart» композит Марцінішин. *Věda a perspektivy* **2022**, 7 (14), 305–316. DOI: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7\(14\)-305-316](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2022-7(14)-305-316).
- (31) Шиморова, Ю.Є.; Кисличенко, В.С.; Кузнецова, В.Ю. Мінеральний склад коренеплодів та плодів пастернаку посівного (*Pastinaca sativa* L.). *Медична та клінічна хімія* **2017**, 19 (2), 101–104. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2017.v0.i2.7976.
- (32) Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах»: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13 травня 2013 р. № 368. *Верховна Рада України: законодавство України* **2013**. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text.2013>.

УДК 574.472. 574.2  
DOI <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-03>

## Трофічні консортивні зв'язки винограду дівочого чіпкого (*Parthenocissus inserta*) з птахами в культурфитоценозах Києва

Шупова Т. В.

ДУ «Інститут еволюційної екології Національної академії наук України»

tv.raksha@gmail.com

**Ключові слова:** *Parthenocissus inserta*, птахи трофічні консорти, циркадний цикл «*P. Inserta* – птахи».

Стан пристосування видів-вселенців до нових умов існування доцільно досліджувати за допомогою з'ясування консортивних зв'язків, які ці види утворюють з аборигенними представниками біоти. Для дослідження вибрано вид з інвазивними характеристиками – виноград дівочий чіпкий (*Parthenocissus inserta*). Мета роботи – з'ясувати видовий склад птахів-трофококонсортів *P. inserta* в насадженнях Києва, статус перебування та трофічну спеціалізацію консортів; оцінити синхронізацію фенодат *P. inserta* з ключовими циркадними періодами життя птахів у трофічних консорціях «*P. inserta* – птахи» як показник включення рослин-адвентів у біоценози регіону вирощування. Матеріалом у роботі стало спостереження за птахами, які годуються на *P. inserta* (n=11). Облік птахів проводили за загальноприйнятою методикою спостережень за птахами. Проведено 218 оглядів на точках у парках і зелених насадженнях вулиць міста Києва у 2020–2022 рр. Зафіксовано 41 випадок використання рослин птахами для живлення. Використовували інтенсивний фенологічний моніторинг *P. inserta* (n=5). Розподіл птахів за трофічними групами проводили за загально визнаною класифікацією. Виявили трофічні консортивні зв'язки *P. inserta* із 17 видами птахів 3 рядів, які утворюють 2 концентри: I – у разі живлення безпосередньо ягодами винограду дівочого, II – у разі живлення опосередковано (споживання безхребетних на лозі, листі, квітах і плодах). За одне спостереження на 1 рослині годувалося 1–24 особини птахів, у середньому  $5,90 \pm 0,95$  (n=41). Серед консортів переважають осілі види (52,94%). Домінують за чисельністю представники I концентру: *Columba livia*, *Passer montanus*, *Sturnus vulgaris*, *Turdus pilaris*. II концентр нечисленний і представлений у межах міста 5 видами. Синхронізація фенодат *P. inserta* з ключовими циркадними періодами життя птахів демонструє, що зв'язки першого концентру трофічних консорцій «*P. inserta* – птахи» формуються наприкінці серпня та тривають до середини лютого. Дослідження консорцій I концентру потребує подальшого розвитку з огляду на питання орнітохорії та попередження розповсюдження адвентивних рослин у природні біотопи.

## Trophic consortive relations of grape woodbine (*Parthenocissus inserta*) with birds in cultural phytocoenosis of Kyiv

Shupova T. V.

Institute for Evolutionary Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine  
tv.raksha@gmail.com

**Key words:** *Parthenocissus inserta*, birds trophic consorts, circadian cycle of “*P. inserta* – birds”.

The state of adaptation of alien species to new conditions of existence is expedient to investigate by elucidating the consortial relationships that these species form with aboriginal representatives of the biota. We studied a species with invasive characteristics: *Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch., 1922. Purpose is to find out the species composition of *P. inserta* birds-consorts in the urban plantations of Kyiv; residence status and trophic specialization of consorts; to evaluate the synchronization of *P. inserta* phenodates with the key periods of the life of birds, in trophic consortial “*P. inserta* – birds”, as an indicator of the inclusion of advent plants in the biocenoses of the Kyiv region. The material analyzed in the present study was observations of birds that feed on *P. inserta* (n=11). The material was collected according to the widely accepted method of bird observation. In total, 218 *P. inserta* were monitored in parks and streets of Kyiv in 2020–2022. Forty-one cases of bird feeding on the plant were recorded. Intensive phenological monitoring *P. inserta* (n=5) was used. The distribution of birds by trophic groups was carried out according to a recognized classification. The trophic consortive relationships of *P. inserta* with 17 species of birds of 3 orders were revealed. They form 2 types of relationships: 1) direct, when feeding directly berries; 2) indirect, when they eat invertebrates on the vine, leaf, flowers and fruits. From 1 to 24 bird individuals on 1 plant fed per one observation, on average  $5,90 \pm 0,95$  (n=41). Consorts are birds of the following residence statuses: residents are the species living in Kyiv all year round; nesting – only during the reproductive period; wintering – in the winter period in the Kyiv; migratory – birds whose migration routes pass through the territory of Kyiv. Resident species were dominated (52,94%). The next species dominate in abundance: *Columba livia*, *Passer montanus*, *Sturnus vulgaris*, *Turdus pilaris*. Consorts of “*P. inserta* – birds” formed from August up to mid-February.

### Вступ

У процесі розвитку комунікативних шляхів між різними регіонами планети адвентивні види рослин поширилися світом досить сильно. Подекуди вони привнесли проблеми, пов’язані з трансформацією природних екосистем регіонів, у які вони вселилися. Вплив їх на екосистеми складний, діє на багатьох рівнях та приводить до пролонгованих наслідків. Тому зростає актуальність оцінки екологічного й економічного впливу видів-вселенців<sup>1</sup>. Пов’язана з урбанізацією фрагментація екосистеми сприяє видам-піонерам та рудеральним видам рослин, багато з яких є адвентивними<sup>2</sup>. Підсилення антропогенного тиску на природні екосистеми також призвело до низки наслідків, зокрема глобального зростання кількості чужорідних видів<sup>3</sup>. Вони часто вважаються основною загрозою для навколишнього середовища. Інвазійні види рослин змінюють фітогрупування та

достовірно зменшують  $\alpha$  й  $\beta$  різноманіття екосистеми, спрощують її структуру<sup>4-5</sup>. Види-вселенці призводять до зникнення аборигенних видів, негативно впливають на здоров’я людини та тварин, що ставить під загрозу продовольчу безпеку, чинить негативний вплив на економіку й добробут людини<sup>6-8</sup>. Чужорідні види, руйнуючи природне середовище, можуть призвести до погіршення його якості, чим негативно впливають на соціальний добробут суспільства<sup>9-11</sup>. Окремо підкреслена здатність інвазійних видів функціонувати в умовах близькості до людини<sup>12</sup>, що часто сприяє розселенню багатьох вселенців<sup>13-14</sup>.

Ступінь пристосування видів-вселенців до нових умов існування доцільно досліджувати за допомогою з’ясування консортивних зв’язків, які ці види утворюють з аборигенними представниками біоти.

Термін «консорція» запропонований у 1951 р. В.М. Беклемішевим<sup>15</sup>. Консорція – це сукупність



особин різних видів, які трофічно чи топічно пов'язані з видом-едифікатором (ядром) консорції, оскільки всі особини функціонально пов'язані в угрупованні одна з одною, між ним та природним середовищем відбувається обмін речовиною, енергією, інформацією. У зв'язку із цим консортивні зв'язки завжди відбуваються в середовищі існування консортів, а консорцію варто вважати елементарною екологічною системою зі своїми просторовими та функціональними параметрами<sup>16</sup>. У надіндивідуальних консорціях виділяють концентри: особини первинного концентру пов'язані з едифікатором безпосередньо, вторинного – опосередковано через членів першого концентру, і так далі. Найбільш характерними є зв'язки із членами першого концентру<sup>17</sup>. Своєю чергою ми вважаємо, що показники видового різноманіття консортів першого концентру можуть бути хорошим критерієм адаптації адвентивної рослини до умов вторинного ареалу. У нашій країні проблема консортивних зв'язків досліджувалася досить активно, уже накопичено суттєвий матеріал стосовно багатьох питань<sup>18–28</sup>. Однак матеріали щодо зв'язків адвентивних та особливо інвазійних видів рослин із представниками інших груп біоти, на жаль, мізерні.

Негативний вплив інвазійних видів в Україні та світі загалом не втрачає актуальності. Тому для дослідження консортивних зв'язків чужорідних рослин із птахами України ми вибрали вид з інвазивними характеристиками – *Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch., 1922. До кожного явища не можна ставитися однобоко, потрібен комплексний аналіз фактів впливу інвазійних рослин на екосистеми вторинного ареалу за градієнтом «користь/школа». В урбанізованих умовах адвентивні рослини – це невід'ємний компонент культурного ландшафту, оскільки використання їх в озелененні вносить естетичну різноманітність, а культивування буває досить простим<sup>29–30</sup>. Рослини збагачують місто киснем, створюють у місцях насадження особливий дизайн та пом'якшують мікроклімат, самі по собі покращують настрій людей, приваблюють комах-запилувачів та птахів, що додає позитиву в буденність мегаполісу.

З огляду на це ми мали на меті з'ясувати видовий склад птахів-трофоконсортів *P. inserta* в міських насадженнях Києва, статус перебування та трофічну спеціалізацію консортів; оцінити синхронізацію фенодат *P. inserta* з ключовими циркадними періодами життя птахів у трофічних консорціях «*P. inserta* – птахи» як показник включення рослин-адвентів у біоценози регіону вирощування.

*P. inserta* – інтродукована рослина, представник роду *Parthenocissus* Planch., родини *Vitaceae* Juss. Це багаторічні листопадні ліани північноамери-

канського походження. У *P. inserta* молоді пагони зелені, зрілі ж покриті жовтувато-сірою корою. Вусики з 3–5 хвилястим галузженням, без або зі слабо розвиненими присосками. Листки пальчато-складні, зазвичай із 5 (рідше 3) листочків. Листочки яйцевидні або еліптичні, 5–12 см завдовжки, з клиновидною основою та загостреною верхівкою. Суцвіття рихлі, на ніжці 3–7 см завдовжки. Розмножується насінням та пагонами. Ягоди кулясті, синьо-чорні з легким восковим нальотом, 6–8 мм в діаметрі. *P. inserta* культивуються в багатьох країнах з 1622 р.<sup>31</sup> Ліани широко затребувані під час озеленення населених пунктів, зокрема й Києва. Для рослин характерне щільне листя, яке восени набирає яскраво-червоного кольору, і чіпкі стебла, які можуть підніматися на декілька поверхів. Ліани мають важливе естетичне та санітарно-гігієнічне значення, є видами багатоцільового використання в селітебних зонах. Використання ліан у вертикальному озелененні покращує мікроклімат біля будинку, знижуючи влітку температуру на 3–4°C та підвищуючи вологість повітря до 55–60%<sup>30</sup>. Плоди видів *Parthenocissus* містять значну кількість жирів<sup>32</sup> та антиоксидантів<sup>32–34</sup>. Рослини приваблюють до себе птахів, які оптимізують психологічний стан населення техногенного середовища. Усе це суттєво покращує дизайн міста та настрої його мешканців, а тому робить рослину актуальною в культурному ландшафті.

#### Матеріал та методи досліджень

Матеріалом у роботі стали результати спостереження за птахами, які живляться на рослинах *P. inserta* (n=11), з обліком їх видового складу та кількості, що були отримані під час спостережень за птахами на точках<sup>35</sup> у парках і зелених насадженнях вулиць міста Києва у 2020–2022 рр. вранці або увечері (у часові проміжки 6.00–11.00 та 16.00–20.00). Птахів визначали візуально. Реєстрували всіх птахів, які живилися на вибраних модельних рослинах. Чисельність птахів трофоконсортів визначали з розрахунку на 1 особину рослини (альтанка або куш) за час одного спостереження. Проведено 218 оглядів *P. inserta*. Зафіксовано 41 випадок використання рослин птахами для живлення: 30 у період повної стиглості ягід та 11 у літній вегетаційний період. Список видів птахів наданий відповідно до International Code of the Zoological Nomenclature<sup>36</sup>.

Для синхронізації фенодат циркадного ритму птахів і рослин використовували інтенсивний фенологічний моніторинг<sup>37</sup> *P. inserta*, особливо звертали увагу на дати визрівання плодів. Спостереження проводили у вегетаційний період на окремих модельних фрагментах насаджень *P. inserta* (n=5). Вибрані були здорові рослини в центрі Києва, висаджені в одному районі, рослини пронумеровані. Описували біотоп, орієнтацію

за сторонами світу, висоту, діаметр, стан крони рослини. Стадію фенофази фіксували для кожної рослини у відсотках 1 раз на тиждень протягом вегетаційного періоду, двічі – під час цвітіння та визрівання плодів.

Як консорти відмічені птахи таких статусів перебування: осілі – птахи, що живуть у Києві весь рік; гніздові – прилітають до регіону на час репродуктивного періоду; зимуючі – проводять тут зимовий період; мігруючі – птахи, у яких міграційні шляхи проходять через територію Києва та його околиць, тому вони зупиняються в місті задля відпочинку й живлення. Деякі види в різні періоди року представлені різними популяціями, які змінюють одна одну. Наприклад, для дрозда-чикотня (*Turdus pilaris*) у Києві характерні гніздова популяція, особини якої мігрують у більш південні регіони, та популяція, що прилітає зимувати з більш північних територій. Розподіл птахів за трофічними групами проводили за загально визнаною класифікацією<sup>38</sup>.

У статті аналізується матеріал, зібраний у насадженнях парків та кварталах житлової забудови Києва. *P. inserta* вирощують здебільшого в паркових насадженнях, дворах багатоквартирних будинків, зелених огорожах. Останнім часом жителі високих поверхів стали висаджувати дівочий виноград на балконах та підвіконнях своїх квартир.

Київ розташований на межі лісової і лісостепової зони та межі двох геоботанічних областей: Європейської широколистяної лісової (представлена підпровінцією хвойно-широколистяних лісів Полісся) і Євразійської степової (представлена українською Лісостеповою підпровінцією дубових лісів, остепнених луків і лучних степів). Координати центру міста – 50°27'03" N, 30°31'21" E. Площа становить 835,6 км<sup>2</sup>. Тривалість вегетаційного періоду (>5°C) становить 204 дні та починається з 10 квітня. Тип клімату геміконтинентальний. Середньорічна температура повітря становить 8,9°C<sup>39</sup>.

Під час розрахунків середніх значень чисельності птахів (ос. птахів/1 рослину) обраховували стандартне відхилення.

Під час візуальних спостережень ані рослини, ані птахи не страждають, тому дослідження цілком відповідає вимогам біоетики.

### Результати

У результаті синхронізації отриманих фенодат *P. inserta* з ключовими циркадними періодами життя птахів з'ясовано, що зв'язки першого концентру трофічних консорцій «*P. Inserta* – птахи» формуються наприкінці серпня, відразу коли з'являються перші стиглі ягоди (див. табл. 1). Споживання птахами-фітофагами в їжу зелених частин рослини нами не відмічено. У результаті фенологічних спостережень з'ясовано, що бутонізація та цвітіння рослини розтягнуті до кінця вегетаційного періоду. Усе літо на молодій лозі з'являються нові суцвіття, що квітнуть. Навіть 21 жовтня 2022 р. на всіх рослинах, за якими проводився фенологічний моніторинг, зафіксовані нові бутони. Відповідно, визрівання плодів розведене в часі: у вересні та першій половині жовтня на кожному з кущів налічують ягоди різного ступеня стиглості, зелені ягоди, квіти та суцвіття з бутонами. Така особливість рослини дає можливість птахам живитися її плодами майже всю осінь і зиму. Ми спостерігали живлення зграй дрозда-чикотня в Києві ягодами *P. inserta* 14 лютого. Зв'язки другого концентру трофічних консорцій «*P. inserta* – птахи» відбуваються протягом повного року. У вегетаційний період птахи збирають безхребетних на листі, лозі, квітах, плодах рослини, а взимку відшукують на стеблах тих, які знайшли тут схованку.

У міських насадженнях нами виявлено трофічні консортивні зв'язки *P. inserta* із 17 видами птахів 3 рядів (див. табл. 2). Найбільш чисельні серед птахів, які живляться ягодами, – голуб сизий (*Columba livia*), горобець польовий (*Passer montanus*), які є осілими видами та їдять ягоди відразу після визрівання й узимку; шпак звичайний (*Sturnus vulgaris*) поїдає їх на осінній міграції, дрізд-чикотень – на зимівлі. Дрізд-чикотень зимує на Київщині, він кочує протягом зими з регіонів, у яких харчування вже збіднене, до тих, де збереглися ягідні рослини, що є основним кормом дроздів узимку. Дятел сирійський (*Dendrocopos syriacus*), плиска біла (*Motacilla alba*), сойка (*Garrulus glandarius*) як консорти представлені поодинокими зустрічами.

Загалом за одне спостереження на 1 рослині ми відмічали 1–24 особини птахів, у середньому 5,90±0,95 (n=41). У літній період на кожній рослині одночасно може годуватися 1–3 особини птахів 1 виду (у середньому 1,91±0,44; n=11). Улітку всі вони здобувають безхребетних і є складниками другого концентру. У період стиглості ягід на кожній рослині нами відмічено 1–24 особини (у середньому 7,37±1,18; n=30) 1–3 видів птахів. У цей період рослина утворює з птахами зв'язки обох концентрів: птахи фітофаги, фітоентомофаги та поліфаги поїдають ягоди, ентомофаги збирають на рослинах безхребетних, а деякі з них вживають водночас і ягоди. Великий показник стандартного відхилення (1,18) та дисперсії (6,06) чисельності птахів у першому концентрі консорції зумовлений тим, що ягодами винограду живляться птахи в зимовий період, коли вони збираються у зграї, і на 1 рослині одночасно можна спостерігати більше 20 особин птахів. В інший час спостереження відмічаються птахи, які ведуть поодинокий спосіб життя та живляться на самоті або парами.

Таблиця 1 – Відповідність ключових фенологічних дат *P. inserta* та птахів в умовах міста Києва

Фенологічна фаза <i>P. inserta</i> (n=5)	Дата	Фаза циркадного циклу птахів	Концентр трофічної консорції	Статус перебування птахів консортив
Покльовування бруньок	08.04–10.04	Весняна міграція; початок гніздування	I	Пролітні; осілі
Повне формування листяного покриву	20.05–03.06	Завершення міграції пізніх мігрантів; гніздування інших птахів	I	Гніздові; осілі
Бутонізація	20.05–03.06	Завершення міграції пізніх мігрантів; гніздування інших птахів	I	Гніздові; осілі
Активне цвітіння	23.06–01.07	Завершення гніздування	I	Гніздові; осілі
Початок зав'язування плодів	01.07–08.07	Завершення гніздування	I	Гніздові; осілі
Початок визрівання плодів	29.08–02.09	Післягніздові кочівлі; осіння міграція	I; II	Гніздові; осілі; пролітні
Пік визрівання плодів	16.09–25.09	Післягніздові кочівлі; осіння міграція	I; II	Осілі; пролітні; зимуючі
Наявність плодів на лозі	до 14.02	Зимівля	I; II	Осілі; зимуючі

Таблиця 2 – Видовий склад птахів трофічних консортив *P. inserta* в умовах міста Києва

Вид	Чисельність птахів		Концентр трофічної консорції	Трофічна група	Статус перебування птаха
	загальна (ос.)	відносна (ос. птахів/1ос. <i>P. inserta</i> )			
<i>Columba palumbus</i> L.1758	3	0,07	I	ф	о
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	42	1,02	I	ф	о
<i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich et Ehrenberg, 1833)	1	0,02	I	фе	о
<i>Motacilla alba</i> L.1758	1	0,02	II	е	м
<i>Sturnus vulgaris</i> L.1758	34	0,83	I	е	м
<i>Garrulus glandarius</i> (L.1758)	1	0,02	I	е	о
<i>Pica pica</i> (L.1758)	2	0,05	I	п	о
<i>Corvus cornix</i> L.1758	2	0,05	I	п	о
<i>Bombus garrulus</i> (L.1758)	16	0,39	I	ф	з
<i>Sylvia curruca</i> (L.1758)	5	0,12	II	е	г, м
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S.G. Gmelin, 1774)	5	0,12	I, II	е	г, м
<i>Turdus pilaris</i> L.1758	36	0,88	I	е	з
<i>Turdus merula</i> L.1758	2	0,05	I	е	о
<i>Cyanistes caeruleus</i> L.1758	3	0,07	I, II	е	г, м, з
<i>Parus major</i> L. 1758	27	0,66	I, II	е	г, м, з
<i>Passer domesticus</i> (L.1758)	11	0,27	I	ф	о
<i>Passer montanus</i> (L.1758)	51	1,24	I	ф	о

Примітки: трофічна група<sup>38</sup>: ф – фітофаг, фе – фітоентомофаг, е – ентомофаг, п – поліфаг; статус перебування: о – осілий, г – гніздовий, з – зимуючий, м – мігруючий

Розподіл птахів на трофічні групи є досить умовним і проводиться стосовно корму, який переважає в їжі птаха. Загалом спектр живлення птахів досить широкий, а вузькоспеціалізованих видів не багато. Консорти *P. inserta* представлені 5 трофічними групами, проте лише для 2 видів (n=17) не відмічене вживання ягід (див. табл. 2), хоча ми не виключаємо таку можливість.

Більшість птахів консортив *P. inserta* є осілими видами (52,94%). Види, які прилітають у регіон гніздитися, представлені різними популяціями. Так, улітку як консорти другого концентру відмічені кропив'янка прудка (*Sylvia curruca*), горихвістка чорна (*Phoenicurus ochruros*), синиця блакитна (*Cyanistes caeruleus*), синиця велика (*Parus major*), які гніздяться в Києві. Восени консортами є представники інших популяцій цих видів, які мігрують через

територію Києва з місць гніздування до місць зимівлі, а взимку – популяції синиці великої та блакитної, які зимують на Київщині. Причому ці птахи утворюють консорції двох концентрів (живляться ягодами та безхребетними на лозі).

Птахи використовують різну стратегію живлення плодами *P. inserta*. Представники більшості видів зривають ягоди, сидячи на лозі, і збирають із землі ті, які осипалися. Голуб сизий часто живиться ягодами *P. inserta*, скльовуючи їх із лози, не сідаючи, а лише притримуючись лапками за стебла, зависнувши в польоті над рослиною. При цьому частина зграї залишається на землі та збирає плоди, збиті птахами, які живляться на гілках винограду.

### Обговорення

Використання в озелененні населених пунктів видів роду *Parthenocissus* Planch. забезпечує птахів урбанізованого ландшафту рослинними кормами, що дещо пом'якшує стан кормового різноманіття хоча би для птахів фітофагів та фітоентомофагів. Життя птахів і стійкість їх популяцій найбільш суттєво залежить від двох факторів: наявності безпечних місць для розмноження та достатньої кількості кормів, які будуть у наявності протягом усього періоду перебування їх на території існування<sup>24,40</sup>. Більшість видів птахів лісостепової зони України мають досить широкий і змішаний раціон живлення, вони використовують у їжу переважно безхребетних тварин та плоди й зелені частини рослин. Близько 80% видового складу птахів лісостепової зони живляться соковитими плодами рослин<sup>41</sup>. Врожай ягід часто визначає коливання чисельності багатьох птахів<sup>42</sup>, а рясність ягід є значним кормовим ресурсом для мігруючих птахів під час зупинок<sup>22</sup>.

Визрівання плодів шовковиці та вишні в умовах лісостепової зони України починається в червні, а сезон плодоношення становить близько 3 місяців у шовковиці, 2 місяців – у вишні, що забезпечує додаток до раціону дорослих птахів, а шовковиці – ще й для їхніх пташенят<sup>40,43</sup>. *P. inserta* дозріває пізніше, пік визрівання припадає на вересень, тобто пік осінньої міграції птахів. Ягоди *P. inserta* поїдають здебільшого осілі птахи, ті, які зупиняються на відпочинок під час міграції, та зимуючі. Тому у складі їх трофоконсорції суттєво зменшується частка гніздуючих птахів і значне місце посідають зимуючі види птахів, відсутні в консорціях інших рослин. Нами відмічено живлення ягодами *P. inserta* птаха, який належить до екологічної групи «ентомофагів» (тобто птахів, у раціоні яких переважають безхребетні), – горихвістки чорної *Phoenicurus ochruros*. Описано споживання ягід дівочого *Parthenocissus* sp. горихвісткою чорною також у місцях зимівлі на півдні Європи<sup>44</sup>. Комахоїдні птахи використовують у їжу ягоди у випадках нестачі безхребетних у часи холодної та дощової погоди, а поїдання шовковиці в період похолодання відмічено навіть для *Aegithalos caudatus* L.<sup>45</sup>

Восени та взимку ягідні рослини відіграють надзвичайно вагоме значення, оскільки ресурс комах обмежений погодними умовами. Є гіпотеза, що птахи вибирають для живлення фрукти та ягоди, багаті на антоціани<sup>34</sup>, особливо в міграційний період<sup>33</sup>. Ця стратегія запобігає руйнівному впливу стресу, який викликаний тривалим перельотом. У зв'язку з великим вмістом таких поліфенольних сполук плоди *P. quinquefolia* є одними з тих, які найчастіше птахи вибирають до кормового раціону<sup>34</sup>. У більшості рослин у складі ягід частка вуглеводів становить до 91,2% сухої маси, а частки білків і жирів незначні – до 8,6% та до 3,7% відповідно<sup>32</sup>. Узимку, під час значних снігопадів, навіть насіння трав недоступне птахам, тому плоди деревних рослин та ліан, які знаходяться на достатній висоті, є важливою підтримкою життєдіяльності птахів. Ягоди дівочого винограду залишаються на лозі навіть узимку<sup>29</sup>, що відмічено нами й у Києві. Тобто плоди дівочого винограду оптимізують зимові умови існування птахів, особливо після того, як збідніють ягідні ресурси природних біотопів. У цей період птахи, які кочували в пошуках корму за межами міста, прилітають у населені пункти.

Птахи, які ведуть осілий спосіб життя, додають ягоди *P. inserta* до свого кормового раціону відразу – на початку їх визрівання. Уже наприкінці вересня – у жовтні (22 жовтня 2020 р., 29 жовтня 2021 р., 16 вересня 2022 р.) на деяких рослинах ягоди з'їдені, здебільшого голубом сизим та кочуючими зграями шпаків звичайних. У насадженнях дівочого винограду, розташованих у менш комфортних місцях, плоди залишаються до прильоту зграй зимуючих птахів, насамперед дрозда-чикотня.

Трофічні консортивні зв'язки «рослина – птах» першого концентру мають наслідком авіектор розселення рослини, тобто сприяють розширенню ареалу рослини та її інвазії на нові території. Перенесення репродуктивних частин рослини (кісточок) птахами відбувається зазвичай разом із послідом. У деяких дослідженнях показано шляхи розповсюдження насіння шовковиці птахами<sup>46</sup>. Орнітохорію можна розглядати як найсуттєвіший фактор розповсюдження адвентивних видів рослин у природних біотопах. Трапляння поодиноких дерев адвентивних видів рослин у лісах регіону є саме його наслідком. *P. inserta* на території Київщини подекуди створив локальні ценопопуляції у природних лісових насадженнях. Деякі з них перебувають досить далеко від насаджень виду в культурфітоценозах і не можуть бути результатом вегетативного розселення рослини. Крім того, ми фіксували окремі молоді рослини *P. inserta* в лісі, також на відстані не ближче ніж 1 км від культурних насаджень. Такі випадки зростання виду, найвірогідніше, є саме наслідком розповсюдження плодів тваринами, зокрема птахами. Тому дослідження трофічних консортивних

зв'язків інвазійних рослин із птахами є важливими з огляду на запобігання їх поширенню у природні біотопи України.

Зв'язки другого концентру трофічних консорцій «*P. inserta* – птахи» більш тривалі, ніж першого. Навіть узимку, коли рослина перебуває в періоді спокою, птахи відшукують на її стеблах комах, які знайшли притулок для періоду анабіозу. Протягом літа *P. inserta* також формують трофічні консорції другого концентру з птахами, які збирають безхребетних на листях і лозі рослин. Таким чином, адвентивні рослини досить широко зв'язані з птахами регіону, у якому вони інтродуковані. Представники родів *Ficedula*, *Muscicapa*, *Motacilla*, *Saxicola*, *Parus*, *Sylvia* та інші птахи збирають безхребетних на вегетативних частинах і плодах шовковиці<sup>40,43</sup>. Нами відмічено, що в різні періоди вегетаційного циклу *P. inserta* одні й ті самі види птахів-ентомофагів можуть входити до першого чи другого концентру або до обох концентрів консорції одночасно залежно від того, чи поїдають вони ягоди або ж членистоногих, які знайшли притулок на винограді дівочому.

#### Висновки

На території міста Києва виявили трофічні консортивні зв'язки *P. inserta* із 17 видами птахів 3 рядів, які утворюють 2 концентри: I – у разі живлення безпосередньо ягодами винограду

дівочого, II – у разі живлення опосередковано (споживаючи безхребетних на лозі, листі, квітах та плодах). Домінують за чисельністю представники I концентру: голуб сизий, горобець польовий, шпак звичайний, дрізд-чикотень. Консортами *P. inserta* є представники 5 трофічних груп. За статусом перебування в регіоні переважають осілі види (52,94%). II концентр нечисленний і представлений у межах міста 5 видами. Синхронізація фенодат *P. inserta* з ключовими циркадними періодами життя птахів демонструє, що зв'язки першого концентру трофічних консорцій «*P. inserta* – птахи» формуються наприкінці серпня та тривають до середини лютого. Дослідження консорцій I концентру потребує подальшого розвитку з огляду на питання орнітохорії та попередження розповсюдження адвентивних рослин у природні біотопи.

#### Подяки

Автор висловлює щирю подяку доктору біологічних наук, професору Гайченко Віталію Андрійовичу за поради стосовно концентрів консорцій, які суттєво доповнили та деталізували аналіз зібраного матеріалу. Робота виконана в межах теми «Популяційна екологія та закономірності поширення інвазійних видів біоти на території України» (№ ДР 0120U102580) за фінансування Національної академії наук України.

#### Література

- (1) McLaughlan, C.; Gallardo, B.; Aldridge, D.C. How complete is our knowledge of the ecosystem services impacts of Europe's top 10 invasive species? *Acta Oecologica* **2014**, 54, 119–130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.03.005>.
- (2) Brice, M.-H.; Bergeron, A.; Pellerin, S. Liana distribution in response to urbanization in temperate forests. *Ecoscience* **2014**, 21, 104–113. DOI: <https://doi.org/10.2980/21-2-3692>.
- (3) Lockwood, J.L.; Cassey, P.; Blackburn, T.M. The more you introduce the more you get: the role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. *Diversity and Distributions* **2009**, 15, 904–910. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00594.x>.
- (4) Ayup, M.M.; Montti, L.; Aragón R.; Grau, H.R. Invasion of *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) in the southern Yungas: Changes in habitat properties and decline in bird diversity. *Acta Oecologica* **2014**, 54, 72–81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.03.006>.
- (5) Panasenko, N.N.; Anishchenko, L.N. Influence of Invasive Plants *Parthenocissus vitacea* and *Vinca minor* on Biodiversity Indices of Forest Communities. *Contemp. Probl. Ecol.* **2018**, 11, 614–623. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1995425518060070>.
- (6) Lowe, S.; Browne, M.; Boudjelas, S.; De Poorter, M. *100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database*; Invasive Species Specialist Group, Auckland, **2000**; 12 p.
- (7) Simberloff, D. How common are invasion-induced ecosystem impacts? *Biol Invasions* **2011**, 13, 1255–1268. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-011-9956-3>.
- (8) Mori, E.; Meini, S.; Strubbe, D.; et al. Do alien free-ranging birds affect human health? A global. *Invasive species and human health*; Mazza, G.; Tricarico, E. (eds.); CABI International Edition, New York, **2018**, pp. 120–129.
- (9) Gutiérrez, J.L.; Jones, C.G.; Sousa, R. Toward an integrated ecosystem perspective of invasive species impacts. *Acta Oecologica* **2014**, 54, 131–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.10.003>.
- (10) Jang, W.; Eskelson, B.N.I.; Murray, T.; Crosby, K.B.; Wagner, Sh.; Gorby, E.; Aven, N.W. Relationships between invasive plant species occurrence and socio-economic variables in urban green spaces of southwestern British Columbia, Canada. *Urban Forestry and Urban Greening* **2020**, 47, 126527. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126527>.
- (11) Солтани, Г.А.; Шильников, Д.С. Трансформация исторических ландшафтов в результате биологических инвазий. *Биология растений и садоводство: теория, инновации* **2020**, 156, 37–43. DOI: <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-3-156-37-43>.

- (12) Møller, A.P.; Di'az, M.; Flensted-Jensen, E.; Grim, T.; Ibáñez-Álamo, J.D.; Jokimäki, J.; Mänd, R.; Markó, G.; Tryjanowski, P. Urbanized birds have superior establishment success in novel environments. *Oecologia* **2015**, *178*, 943–950. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3268-8>.
- (13) Moffatt, S.; McLachlan, S.; Kenkel, N. Impacts of land use on riparian forest along an urban – rural gradient in southern Manitoba. *Plant Ecology* **2004**, *174*, 119–135. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:VEGE.0000046055.27285.fd>.
- (14) Cohen, T.M.; McKinney, M.; Kark, S.; Dor, R. Global invasion in progress: modeling the past, current and potential global distribution of the common myna. *Biol Invasions* **2019**, *21*, 1295–1309. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1900-3>.
- (15) Беклемишев, В.Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей. *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический* **1951**, *56*, 3–30.
- (16) Голубець, М.А.; Чернобай, Ю.М. Консорція як елементарна екологічна система. *Український ботанічний журнал* **1983**, *40* (6), 78–85.
- (17) Мазинг, В.В. Консорции как элементы функциональной структуры биоценоза. *Труды Московского общества испытателей природы* **1966**, *27*, 52–64.
- (18) Царик, И.В. *Ценопопуляционная структура высокогорных сообществ Карпат*. Автореф. докт. дисс.; Днепропетровск, **1991**; 43 с.
- (19) Царик, И.В.; Жилияев, Г.Г.; Морфенина, О.Э. Роль консортов в опылении растений высокогорья Карпат. *Экология* **1983**, *3*, 19–24.
- (20) Царик, И.И. Консортивная структура сосны Муго (*Pinus tugo* Tutta) в Черногирському високогір'ї. Автореф. канд. дисс.; Дніпропетровськ, **1999**; 19 с.
- (21) Пономаренко, А.Л. Пространственное распределение птиц в консорции дуба в липово-ясеневых дубравах степного Приднепровья в гнездовой период. *Вестник зоологии* **2000**, *14*, 107–113.
- (22) Петрович, О.З. Птахи полезахисних лісосмуг в межах Вознесенського району Миколаївської області у гніздовий період. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»* **2014**, *16*, 46–55.
- (23) Кошелев, В.А. Консортивные связи птиц и шелковицы на юге Украины. *Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: матеріали VIII Міжнародної наукової конференції*; Дніпропетровськ, **2015**, 249–252.
- (24) Chaplyhina, A.B.; Gramma, V.M.; Bondarets, D.I.; Savynskay, H.O. Arthropods in trophic-cenosis structure of collared flycatcher consortium in conditions of forest ecosystems of North-Eastern Ukraine. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology* **2015**, *23* (1), 74–85. DOI: 10.15421/011511.
- (25) Chaplygina, A.B.; Yuzyk, D.I.; Savynskay, H.O. The robin, erithacus rubecula (Passeriformes, Turdidae), as a component of autotrophic consortia of forest cenoses, northeast Ukraine. *Vestnik zoologii* **2016**, *50* (4), 369–378.
- (26) Chaplygina, A.B.; Savynskam N.O.; Brygadyrenkom V.V. Trophic Links of the Spotted Flycatcher, *Muscicapa striata*, in Transformed Forest Ecosystems of North-Eastern Ukraine. *Baltic forestry* **2018**, *24* (2), 304–312.
- (27) Chaplygina, A.B.; Pakhomov, O.Y.; Brygadyrenko, V.V. Trophic links of the song thrush (*Turdus philomelos*) in transformed forest ecosystems of North-Eastern Ukraine. *Biosystems Diversity* **2019**, *27* (1), 51–55. DOI: 10.15421/011908.
- (28) Chaplygina, A.B.; Pakhomov, O.Y.; Yevtushenko, H.A.; Brygadyrenko, V.V. Trophic links of the chaffinch (*Fringilla coelebs*) in transformed forest ecosystems of North-Eastern Ukraine. *Biosystems Diversity* **2020**, *28* (1), 92–97. DOI: <https://doi.org/10.15421/012013>.
- (29) Yang, X.J.; Sun, Z.Y.; Han, L.; Ju, G.S.; Peng, Z.H. Study on semi-lethal low temperatures and physiological index for cold resistance of four *parthenocissus* species. *Forest Research, Beijing* **2010**, *23*, 147–150.
- (30) Khuzhakhmetova, A.; Lazarev, S.; Semenyutina, V. Ecological and biological assessment of climbing shrubs for landscaping residential areas. *World Ecology Journal* **2020**, *10*, 88–109. DOI: <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.2.5>.
- (31) *Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і куці. Покритонасінні. Частина II*; ред. Кохно, М.А.; Трофименко, Н.М.; Фітосоціоцентр, Київ, **2005**; 716 с.
- (32) Smith, S.B.; McPherson, J.M.; Backer, B.J.; Pierce, B.J.; Podlesak, D.W.; McWilliams, S.R. Fruit quality and consumption by songbirds during autumn migration. *The Wilson Journal of Ornithology* **2007**, *119* (3), 419–428. DOI: <https://doi.org/10.1676/06-073.1>.
- (33) Suthers, H.B.; Bickal, J.M.; Rodewald, P.G. Use of successional habitat and fruit resources by songbirds during autumn migration in Central New Jersey. *The Wilson Bulletin* **2000**, *112*, 249–260. DOI: [https://doi.org/10.1676/0043-5643\(2000\)112\[0249:UOSHAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1676/0043-5643(2000)112[0249:UOSHAF]2.0.CO;2).

- (34) Bolser, J.A.; Alan, R.R.; Smith, A.D.; Li, L.; Seeram, N.P.; McWilliams, S.R. Birds Select Fruits with More Anthocyanins and Phenolic Compounds During Autumn Migration. *The Wilson Journal of Ornithology* **2013**, 125 (1), 97–108. DOI: <https://doi.org/10.1676/12-057>.
- (35) Bibby, C.; Burgess, N.; Hill, D.; Mustoe, S. *Bird census techniques*, 2<sup>nd</sup> ed.; Academic Press, London, **2000**; 302 p.
- (36) International Code of Zoological Nomenclature adopted by the International Union of Biological Sciences (Internet), **2012**; London: International Trust for Zoological Nomenclature (cited 2017, April 12). Available from: <http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/>.
- (37) Raspe, S.; Fleck, S.; Beuker, E.; Bastrup-Birk, A.; Preuhsler, T. Part VI: Phenological Observations. Version 2020-3. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*; UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.); International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests **2020**. Available from: <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>.
- (38) Белик, В.П. *Птицы степного Придонья: формирование фауны ее антропогенная трансформация и вопросы охраны*; Изд-во РГПУ, Ростов-на-Дону, **2000**; 376 с.
- (39) Білик, Г.І. *Геоботаничне зонування України*; Наукова думка, Київ, **1977**; 303 с.
- (40) Pesotskaya, V.V.; Chaplygina, A.B.; Shupova, T.V.; Kratenko, R.I. Fruit and berry plants of forest belts as a factor of species diversity of ornithofauna during the breeding season and autumn migration period. *Biosystems Diversity* **2020**, 28, 290–297. DOI: <https://doi.org/10.15421/012038>.
- (41) Пісоцька, В.В. До орнітофауни полезахисних лісосмуг Харківської області. *Ecology and noospherology* **2018**, 30 (1), 56–61.
- (42) Newton, I. Can conditions experienced during migration limit the population levels of birds? *Journal of Ornithology* **2006**, 147 (2), 146–166. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10336-006-0058-4>.
- (43) Кошелев, В.О. Орнітокомплекси як елементи біогеоценозів півдня України: різноманіття, структура, охорона. Дис. ... докт. біол. наук; Дніпро, **2020**; 517 с.
- (44) Crocq, C. Frugivory in overwintering Black Redstarts *Phoenicurus ochruros* in south-eastern France. *Alauda* **2002**, 70, 351–361.
- (45) Crocq, C. Notes sur la frugivoree chez la Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus*. Comparaison avec la frugivoree chez divers Paridés. *Alauda* **2003**, 71, 357–361.
- (46) Кошелев, В.О.; Матрухан, Т.І. Розміщення і структура орнітокомплексів в агроландшафтах Півдня Запорізької області. *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки* **2010**, 1, 39–52.

## Особливості забруднення ґрунтів нафтою та нафтопродуктами: огляд

<sup>1</sup>Шевчик-Костюк Л. З., <sup>1</sup>Романюк О. І., <sup>2</sup>Ощাপовський І. В.

<sup>1</sup>Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії імені Л. М. Литвиненка Національної академії наук України

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
lesyashevchik@gmail.com

**Ключові слова:** нафта, нафтопродукти, нафтозабруднені ґрунти, стан ґрунту, екологічна оцінка.

В процесі видобутку, транспортування, зберігання, переробки нафти і використання нафтопродуктів неминучим є забруднення ґрунтів. Порушені землі втрачають свою початкову цінність і стають джерелом поширення забруднюючих речовин у навколишнє середовище: повітря, підземні та поверхневі води, харчові ланцюги. Ефективний захист довкілля неможливий без достовірної інформації про стан забрудненого ґрунту. Розуміння змін, які відбуваються з ґрунтом при потраплянні в нього нафти (нафтопродуктів), його екологічне оцінювання дають можливість визначити стан ґрунтової екосистеми та підібрати ремедіаційні заходи ефективні для конкретних природних умов. У статті висвітлено вплив різних фракцій нафти на морфологічні, фізичні, фізико-хімічні і хімічні властивості ґрунтів. Розглянуто закономірності дослідження вертикальної та латеральної міграції нафти по ґрунтовому профілю. А також наведено стійкість різних типів ґрунтів до нафтового забруднення. Виокремлено реакцію живих організмів: мікроорганізмів, мезофауни, альгофлори, рослин на дію нафтового забруднення. Важливим аспектом є узагальнення підходів щодо нормування і оцінки екологічного стану ґрунту, забрудненого нафтою та нафтопродуктами, адже, в Україні ГДК нафти і продуктів її переробки в ґрунті не визначена.

Наведений огляд показує, що полікомпонентність нафтового забруднення, його трансформація у часі, кумулятивність, висока стійкість та токсичність, мінливість вуглеводневого складу, відсутність для більшості з нафтопродуктів встановлених нормативів ГДК, неможливість урахування екологічної небезпеки сумісної дії вуглеводнів, продуктів їх розкладу та взаємодії з присутніми у воді та ґрунті іншими хімічними речовинами потребує комплексного підходу до вирішення проблеми, першим та важливим етапом якого є інтегральна оцінка екологічного стану ґрунту.



## The peculiarities of pollution of soils by oil and oil products: a review

<sup>1</sup>Shevchyk-Kostiuk L. Z., <sup>1</sup>Romaniuk O. I., <sup>2</sup>Oshchapovskyy I. V.

<sup>1</sup>Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels InPOCC NAS of Ukraine

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

lesyashevchik@gmail.com

**Key words:** oil, oil products, oil-polluted soils, state of the soil, ecological evaluation.

Soil pollution is inevitable in course of oil extraction, transporting, storage, refining and usage of oil products. The affected soils lose their initial value and spread pollutants into the environment: air, ground- and surface waters, food chains. Effective environmental protection is impossible without reliable information about the state of polluted soil. An understanding of changes, which undergoes soil after oil (oil products) ingress, its ecological evaluation gives an opportunity to determine the state of the soil ecosystem and to select remediation measures, effective under given natural conditions.

The article elucidates the influence of various oil fractions on the morphological, physical, physicochemical and chemical properties of soils. The regularities of vertical and lateral oil migration through the soil were considered. The oil pollution resilience of different types of soils was also presented. The reaction of live organisms: germs, mesofauna, algoflora and plants on the influence of oil pollution was highlighted. An important aspect is a generalization of approaches towards the evaluation of the ecological state of oil- and oil-product-polluted soil because the threshold limit values of oil and the products of its refining in the soil are not established in Ukrainian legislation.

Our overview showed that multicomponent oil contamination, its temporal transformation, cumulative properties, high stability and toxicity, variability of hydrocarbon contents, absence of the threshold limit values for most oil products, inability to take into account the ecological hazard of *joint* action of hydrocarbons, products of their decomposition and interaction with other substances, present in water and soil, require complex approach towards solution of the problem. The first important stage of it is the integral evaluation of the ecological state of the soil.

### Вступ

Україна є промисловою державою з розвинутою інфраструктурою, що обумовлює ризик постійного забруднення довкілля токсичними речовинами. Нафта та нафтопродукти є одними з найбільш небезпечних видів забруднення, яке може проявлятися на всіх етапах промислового освоєння нафтових родовищ: буріння, переробки, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання<sup>1,2</sup>. Нафтові забруднення важко розкладаються у зв'язку із складною структурою, високою стійкістю до дії факторів довкілля (температури, сонячної радіації, вологості і т.п.). Серед усіх компонентів наземних екосистем, ґрунти першими зазнають шкідливого впливу нафтового забруднення, яке тривалий час зберігається в ньому, через високу адсорбуючу здатність ґрунту. Порушені землі втрачають свою початкову цінність і стають джерелом поширення забруднюючих речовин у навколишнє середовище: повітря, підземні та поверхневі води, харчові ланцюги<sup>1</sup>.

Ефективний захист навколишнього середовища неможливий без достовірної інформації

про стан забрудненого ґрунту. Розуміння змін, які відбуваються з ґрунтом при потраплянні в нього різних кількостей нафти, динаміки вертикального та латерального поширення забруднювача, реакції живих організмів на забруднення та оцінювання дадуть можливість правильно визначити стан ґрунтової екосистеми та підібрати ефективні ремедіаційні заходи в конкретних умовах нафтового забруднення ґрунту.

**Мета роботи** – аналіз особливостей забруднення ґрунтів нафтою, нафтопродуктами та нормування і оцінка екологічного стану ґрунтів.

### Зміна властивостей ґрунту під впливом нафтового забруднення

На забруднених нафтою територіях формується специфічний мікроклімат, зумовлений мікрорельєфом, складом субстрату, порушеним водним та зміненим температурним режимами, з'являється специфічний запах. Зміна кольору нафтозабруднених ґрунтів, для яких переважають чорні, сіро-коричневі відтінки в верхній частині профілю і темно-бурі, коричнево-бурі, буро-охристі – в нижній<sup>3</sup>, призводить до надмірного поглинання сонячної

радіації та перегрівання<sup>4,6</sup>. При наявності у складі забруднювача сольового компоненту, паралельно відбувається засолення (рис. 1).

Кількість водорозчинних солей збільшується пропорційно забрудненню ґрунту нафтою. Нафтові виливи з високим вмістом важких фракцій вуглеводнів утворюють на поверхні щільну, в'язку бітумінозну кірку. Склеювання структурних частинок ґрунту призводить до значного зростання в'язкості і щільності ґрунтової маси, що погіршує його повітряно-водний режим. Такі ґрунти, втрачають здатність вбирати і затримувати вологу, в них створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал. Порушується вуглецево-азотний баланс: різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом за рахунок вуглецю нафти, знижується нітрифікаційна здатність, зменшується вміст нітратного азоту, вільного фосфору, обмінного калію а також поглинутих основ кальцію і магнію. Це погіршує азотний режим ґрунту і порушує кореневе живлення рослин. У високих концентраціях нафта чинить сильну токсичну дію на всю ґрунтову біоту, однак, період токсичності є порівняно недовготривалим. З часом інтенсивність токсичної дії нафти помітно знижується.

Полікомпонентність нафт та мінливість їх складу обумовлює різнобічну негативну дію на ґрунти<sup>7</sup>. Оскільки сира нафта являє собою складну суміш вуглеводнів і варіює за складом, то умовно нафту розділяють за густиною: на легку  $\rho < 850 \text{ кг/м}^3$ , середню  $\rho = 850 - 950 \text{ кг/м}^3$  і важку

$\rho > 950 \text{ кг/м}^3$ . Також виділяють три основні групи сполук, які допомагають оцінити вплив та поведінку нафтових виливів. За кількістю атомів Карбону та молекулярною масою виділяють легкі, середні та важкі компоненти нафти або легку, середню та важку фракції нафти.

Легка фракція нафти спричиняє більшу токсичну дію протягом перших днів експозиції і знижується з часом. Навпаки, токсичність важкої фракції збільшується із зростанням часу експозиції (120 днів). Вертикальне просування нафти вздовж ґрунтового профілю створює хроматографічний ефект диференціації складу нафти. У верхньому, гумусовому горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, які містять багато смолисто-асфальтенових речовин та циклічних сполук; в нижні горизонти проникають, в основному, низькомолекулярні сполуки, які володіють більш високою розчинністю у воді, ніж високомолекулярні компоненти<sup>8-10</sup>. Шкідливий екологічний вплив смолисто-асфальтенових компонентів нафти на ґрунтові екосистеми полягає не стільки у хімічній токсичності, скільки у значному порушенні фізичних, морфологічних і агрохімічних властивостей ґрунту: механічне витіснення нафтою повітря, посилення діяльності анаеробних мікроорганізмів, зміна водного балансу у системі ґрунт-рослина<sup>11</sup>. При цьому важкі компоненти (смоли, асфальтени слабо розкладаються ґрунтовою мікрофлорою і обумовлюють стійкі гідрофобні властивості забрудненого ґрунту.



Рис. 1. Наслідки негативного впливу нафти на ґрунт

Проведені дослідження вертикальної та латеральної міграції нафтової плями, та динаміки набуттої фітотоксичності ґрунту<sup>12</sup>, вказують на те, що в природних умовах відбувається інтенсивне випаровування летких компонентів нафти з поверхні ґрунту, яке триває в середньому 45 діб. При цьому з ґрунту випаровується від 25% до 50% нафти в залежності від типу ґрунту, а токсичність зменшується приблизно вдвічі. Нафтове забруднення розповсюджується по профілю ґрунту і через 6 місяців при початковому забрудненні 10%, фіксується вже на глибині 30-40 см<sup>12</sup>. Водорозчинні сполуки виявляються на глибині 39 см, деякі леткі – на глибині 24 см, смолянисті – 12 см, бітумні компоненти нафти – на глибині 7 см<sup>13</sup>. Після інтенсивного випаровування нафти з ґрунту у перші 45 днів<sup>10</sup> подальша фізико-хімічна, чи біохімічна трансформація забруднення відбувається стадійно через утворення ряду проміжних продуктів, якими є кисневмісні сполуки: спирти, органічні кислоти, альдегіди<sup>13</sup>. Кисневмісні продукти розчиняються у воді, тому легше мігрують за ґрунтовим профілем і виносяться із зони окислення. Смолянисті сполуки, що містять атоми сірки, азоту не мігрують і надовго залишаються в ґрунті.

В умовах лабораторних досліджень встановлено<sup>14,15</sup>, що сорбція і водопроникність ґрунту суттєво впливають на міграцію вуглеводнів. Зі збільшенням щільності ґрунту, кількість адсорбованої нафти зростає. Зі зростанням вологості ґрунту спостерігається зменшення сорбції нафти, але збільшується глибина її вертикальної міграції<sup>16</sup>. Для ґрунтів, забруднених нафтою, характерні більш низькі значення гігроскопічної вологості, водопроникності, вологоємності<sup>17-19</sup>. Так, показано зменшення в 1,5 рази вологості і 2,5 рази вологоємності чорнозему при його забрудненні нафтою<sup>20</sup>. При цьому, на фоні зменшення вологості верхніх горизонтів відбувається збільшення вологості підповерхневих горизонтів, що призводить до порушення водно-повітряного режиму та розвитку анаеробних процесів, спостерігається поява стовпчастої структури в нижній частині профілю ґрунтів, посилення оглеєння<sup>21</sup>. Гідрофобність ґрунту найбільша в перший рік забруднення<sup>22</sup>. У наступні роки вона дещо зменшується і стабілізується, але далеко не досягає фонового рівня, перевищуючи його близько в 100 раз. У перший рік нафтового забруднення капілярне підняття води повністю відсутнє, а повна, найменша вологоємність зменшувалася в порівнянні з контролем у 2,5 і 2,8 рази відповідно. Параметри повної, найменшої, капілярної вологоємності, максимальної гігроскопічності не повертаються до початкового рівня за три роки.

Ефект впливу нафтового забруднення залежить також і від багатьох інших факторів, включаючи

співвідношення C:N, рН-реакцію, вологість, вміст кисню, склад органічної речовини, родючість ґрунту. Кожен ґрунт володіє власним потенціалом і здатністю до поглинання, перетворення, метаболізму, зберігання і накопичення забруднюючих речовин, що може впливати на всі аспекти біодоступності і токсичності забруднення. Мінерально-хімічний склад ґрунту, а також структура частинок визначає здатність ґрунту до сорбції різних органічних сполук. Наприклад, гумінові кислоти містять ароматичні структури, як і аліфатичні вуглеводні з -NH<sub>2</sub>, =NH, -OH- групами, що дозволяють утворювати додаткові внутрішньомолекулярні взаємодії між компонентами нафти і ґрунту.

Більш стійкими до забруднення нафтою виявилися чорноземи і дерново-карбонатні ґрунти, а бурі лісові і сіро піски – більш чутливими. Це пояснюється тим, що перші відрізняються хорошою оструктуреністю, окислювальними умовами і високою біологічною активністю, що сприяє їх більшій стійкості до нафтозабруднення і, зокрема, більшою швидкістю розкладання нафти<sup>21</sup>. При надходженні нафти в ґрунти піщаного гранулометричного складу спостерігається її активна міграція з подальшим накопиченням в нижніх горизонтах, а також вихід у ґрунтові і підземні води<sup>24,25</sup>.

Нафтове забруднення веде до перебудови ґрунтово-вбирного комплексу<sup>19,26,27</sup>. При високому забрудненні (5, 10 і 25% нафти в ґрунті) зменшується кількість обмінних катіонів (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) і величина ємності катіонного обміну, що підтверджено для різних типів ґрунтів: підзолистий, алювіальний, сірий лісовий. Зміни в ґрунтово-вбирному комплексі в результаті забруднення ґрунту нафтою (особливо сирою нафтою, з високим вмістом мінеральних солей) призводять до зміщення лужно-кислотних умов – спостерігається підлужнення початково кислих і слабо-кислих ґрунтів<sup>26,28</sup> або підкислення близьких до нейтральних і нейтральних ґрунтів на 0,1-0,3 одиниці рН<sup>19</sup>. При забрудненні нафтою початково нейтрального лугово-алювіального ґрунту спостерігали підкислення ґрунтового розчину на 0,8-1,6 одиниць рН<sup>27</sup>.

У ґрунтах нафтопромислів відзначається підвищення концентрації важких металів. Зокрема, дослідники вказують на перевищення фонового вмісту As, Pb, Cu, Zn, V і Ni<sup>30,31</sup>.

### Вплив нафти на живі організми

Біологічні властивості ґрунтів теж різко змінюються у відповідь на нафтове забруднення, зокрема відбувається зниження активності більшості ґрунтових ферментів<sup>32,33</sup>. Хоча існують також публікації, в яких вказується на збільшення активності каталази<sup>34</sup>, дегідрогенази<sup>9,26</sup>, уреаз<sup>9</sup>, інвертази<sup>35</sup>. Ряд чутливості ферментів до забруднення ґрунту нафтою вимальовується наступним чином: дегідрогеназа > каталаза > уреаз > інвертаза.

Вуглеводні нафти впливають на мікроорганізми через трансформацію фізико-хімічних властивостей ґрунту: зменшення доступності елементів мінерального живлення, погіршення водного і повітряного режимів, зміна реакції ґрунтового середовища і структури ґрунту<sup>36</sup>, та прямий токсичний вплив, який пов'язаний, в першу чергу, з летючими ароматичними вуглеводнями (бензол, толуолом, ксилолом і ін.), нафталином і деякими іншими водорозчинними сполуками<sup>37</sup>.

Відбувається неоднозначний вплив нафти на комплекс ґрунтових мікроорганізмів: розвиток одних пригнічується інших стимулюється, що залежить від концентрації та складу забруднювача та біологічних особливостей організмів<sup>38</sup>. Найбільш чутливі до нафтового забруднення актиноміцети, нітрифікатори<sup>38-40</sup>, целюлозоруйнуючі мікроорганізми<sup>4,41</sup>. На противагу зниженню чисельності, або ж повного випадання найбільш чутливих ланок мікробного угруповання ґрунту, відбувається збільшення чисельності нафтоокислюючих мікроорганізмів<sup>18</sup> і мікроміцетів, які використовують вуглеводні нафти як поживний субстрат. Повідомляється про збільшення числа фітопатогенних та фітотоксичних ґрунтових грибів<sup>42</sup>, накопичення в забруднених ґрунтах потенційно небезпечних та алергенних для людини видів<sup>43</sup>.

Альгофлора ґрунтів реагує на забруднення нафтопродуктами багато в чому так само, як мікрофлора. Низька концентрація сирової нафти (0,01 %) стимулює зростання зелених водоростей *Chlorella homosphaera* і *Chlorella vulgaris* (на 16 і 15 %), тоді як більш висока концентрація (0,3 %) викликає істотне скорочення (15 і 20 %) чисельності<sup>44</sup>. Найбільш стійкими до нафтопродуктів виявилися представники синьо-зелених водоростей, або ціанобактерій, які домінували на забруднених ґрунтах<sup>45</sup>. Є припущення, що ціанобактерії здатні засвоювати вуглеводні нафти<sup>46</sup>.

Мезофауна (дощові черв'яки, багатоніжки, моллюски, імаго і личинки комах) вважається однією з найбільш чутливих компонентів екосистем до вуглеводневого забруднення ґрунтів. Найчутливішими виявились моллюски, а найстійкішими багатоніжки класу *Chilopoda*, здатні виживати на ділянках з забрудненням нафтою понад 20 % нафти. Проміжне становище займають дощові черв'яки, павуки і комахи<sup>47,48</sup>.

Вплив нафтового забруднення на рослини відбувається двома шляхами: безпосередньо, внаслідок проникнення компонентів нафти через кореневу систему або продихи листків і включення їх в метаболізм, та опосередковано, через зміни фізико-хімічного складу ґрунту і відповідно порушення його біотичних властивостей. Проникнення компонентів рідких фракцій нафтопродуктів у рослинний організм через кореневу систему зумовлює мутагенні реакції, морфогенетичні і фенологічні відхилення від нормального розвитку<sup>49</sup>.

Виявлено, що невисокі концентрації нафти у ґрунті (за різними даними до 5%) не чинять істотного впливу або навіть можуть стимулювати ріст рослин, збільшуючи такі показники як схожість, біомасу, довжину надземної чи підземної частини, вміст хлорофілів у листках<sup>19</sup>. При подальшому збільшенні вмісту нафти у ґрунті починає проявлятися істотний пригнічуючий вплив або ж повна загибель рослин<sup>19,26,50</sup>.

Вплив нафти на збереження ґрунтового покриву визначається глибиною її проникнення в ґрунт, а також глибиною розміщення органів вегетативного розмноження рослин<sup>51</sup>. При рівні забруднення 1,5 л/м<sup>2</sup> нафта, проникаючи в лісову підстилку на глибину до 2 см, викликає загибель лишайників, сходів сосни і кедра. При забрудненні 5 л/м<sup>2</sup> приводить до повного просочення лісової підстилки і викликає загибель не тільки мохів та лишайників, а й чагарників – брусниці і чорниці<sup>51</sup>. За іншими даними повна загибель трав'янистих рослин відбувається при обсязі витoku 1,1 л/м<sup>2</sup>, тобто вмісті 0,5% нафти в 15 см шарі ґрунту, а припинення росту рослин спостерігається, зазвичай, при вмісті нафти >3500 мг/кг, що становить 0,35%. В різних кліматичних умовах період відновлення рослинності на ґрунтах при їх сильному забрудненні може становити 10-20 років і більше<sup>49,52</sup>.

#### Нормування і оцінка екологічного стану ґрунту, забрудненого нафтопродуктами

Небезпечним вважається рівень забруднення ґрунту, який перевищує межу потенціалу самоочищення. У Європі прийнято вважати верхнім безпечним рівнем вмісту нафтопродуктів в ґрунті 1–3 г/кг, початком серйозної екологічної шкоди – 20 г/кг і вище. В країнах ближнього зарубіжжя граничнодопустимі концентрації (ГДК) нафтопродуктів у ґрунті не розроблені, за винятком Татарстану (Росія). Для Татарстану ГДК нафтопродуктів у ґрунті становить 1,5 г/кг, що відповідає транслокаційному (фітоаккумуляційному) показнику шкідливості. Використовують також міграційний водний показник шкідливості (13,1 г/кг), міграційний повітряний (більше 5 г/кг) і загально-санітарний (більше 5 г/кг)<sup>53</sup>.

В Україні ГДК нафти і продуктів її переробки в ґрунті не визначена, є лише посилення на орієнтовно допустиму концентрацію (ОДК) 0,2 мг/кг<sup>54</sup>. У інших джерелах<sup>55,56</sup> визначена ОДК для ґрунту – 4 г/кг, яка широко використовується для аналізу забрудненості ґрунтів нафтопродуктами. Орієнтування на цей показник не може гарантувати отримання об'єктивних оцінок, особливо зважаючи на те, що кларк вмісту нафтових вуглеводнів у ґрунті в європейських країнах коливається в межах 0,01-0,5 г/кг, а у великих містах України досить звичні показники 1-3 г/кг. На територіях, прилеглих до підприємств переробки, видобування та зберігання нафтопродуктів, фон досягає 6 г/кг<sup>57</sup>.

Відповідно для чорноземної зони України<sup>58</sup> пропонується встановити такі градації забруднення ґрунтів нафтою та нафтопродуктами: незабруднені – менше 400 мг/кг (0,4 г/кг); слабо забруднені – 3000-6000 мг/кг (3-6 г/кг); середньо забруднені – 6000-12000 мг/кг (6-12 г/кг); сильно забруднені – 12000-25000 мг/кг (12-25 г/кг); дуже сильно забруднені – понад 25000 мг/кг (>25 г/кг).

Мірошниченко<sup>59</sup> пропонує систему екологічних, господарських і меліоративних нормативів у випадку вуглеводневого забруднення ґрунтів. Так, для визначення ступеню нафтового забруднення ґрунтів суглинного і глинистого гранулометричного складу автором запропоновано використовувати наступні градації: 400-1000 мг/кг (0,4-1 г/кг) – незначне забруднення; слабке – 1000-4000 мг/кг (1-4 г/кг); середнє забруднення – 4000-20000 мг/кг (4-20 г/кг); сильне – 20000-100000 мг/кг (20-100 г/кг); дуже сильне забруднення – понад 100000 мг/кг (>100 г/кг).

Враховуючи фізико-географічні умови України (клімат, типи і склад ґрунту, рослинність та ін.), а також характер землекористування, які впливають на процеси самоочищення у разі забруднення нафтопродуктами, В. І. Соловйов<sup>60</sup> пропонує прийняти такі ступені градації забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами (з урахуванням кларку): незабруднені – до 1,5 г/кг; слабозабруднені – від 1,5 до 5,0 г/кг; середньозабруднені – від 5,0 до 13,0 г/кг; сильнозабруднені – від 13,0 до 25,0 г/кг; дуже сильно забруднені – більше 25,0 г/кг.

Вищезапропоновані градації<sup>55-59</sup> нафтового забруднення, отримані в результаті диференціальної оцінки – аналітичного вмісту нафти в ґрунті – не є вичерпними. Полікомпонентність нафтового забруднення, його динамічність, що супроводжується не лише розкладанням, але й хімічним перетворенням одних сполук в інші, часом більш токсичні, вимагає комплексного підходу та врахування впливу забруднення на живі організми.

Інтегральну оцінку екологічного стану ґрунту дає визначення фітотоксичності за методикою Романюк О.І.<sup>61</sup>, яка пов'язує рівень нафтового забруднення ґрунтів з впливом на рослинні тест-організми та розроблену на її основі шкалу токсичності для рівнів 0,4-15 % забруднення ґрунту нафтою<sup>62</sup> (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала токсичності нафтозабруднених ґрунтів

Фітотоксичність	Вміст нафти у ґрунті, %	Рівень забруднення
<0,6	<0,4	Допустимий
0,6–1,5	0,4–2,5	Загрозливий
1,5–3,0	2,5–10,0	Передкризовий
3,0–4,0	10,0–15,0	Кризовий
>4,0	>15,0	Катастрофічний

Фітотоксичність визначають<sup>61</sup> за величиною ефективною токсичності, що характеризує ефект

сумарного впливу токсиканта на ростові параметри тест-об'єктів на п'яту добу росту, коли вже достатньо проявляється токсична дія нафти, але ще не встигають проявитись інші, генеровані нею, пошкоджувальні фактори. Ця методика забезпечує інтегральну екологічну оцінку нафтозабрудненого ґрунту – кількісне визначення токсичності, вмісту поллютанта в ґрунті та рівня забруднення.

### Висновки

Нафтова галузь, відіграючи важливу роль у світовій економіці, є одним з найбільш інтенсивних джерел забруднення навколишнього середовища. Видобуток, транспортування, зберігання та збут нафти і нафтопродуктів значно впливають на стан довкілля, приводячи до глибокої зміни всіх його компонентів.

В цілому в забруднених нафтою ґрунтах відбувається порушення екологічної рівноваги в ґрунтовій системі; зміна морфологічних, фізичних, фізико-хімічних і хімічних характеристик ґрунтових горизонтів і будови ґрунтового профілю; порушення природного співвідношення між окремими групами і фракціями органічної речовини ґрунтів; проникнення нафти і нафтопродуктів в ґрунтові води; зниження ґрунтової родючості і виникнення токсикологічно небезпечних ситуацій.

Відсутність для більшості з нафтопродуктів встановлених нормативів ГДК, унеможлиблює врахування екологічної небезпеки сумісної дії вуглеводнів. В Україні ГДК нафти і продуктів її переробки в ґрунті не визначені. Запропоновані системи екологічних, господарських і меліоративних нормативів у випадку вуглеводневого забруднення ґрунтів, що ґрунтуються на диференціальній оцінці – аналітичного вмісту нафти в ґрунті не відображають кумулятивної дії, трансформацію вуглеводнів в часі, токсичності, а тому не є достатніми.

Інтегральна екологічна оцінка, яка пов'язує рівень нафтового забруднення ґрунтів з впливом на рослинні тест-організми дає кількісне визначення токсичності, вмісту поллютанта в ґрунті та рівня забруднення і є першою спробою комплексної оцінки такого складного забруднення, як нафтове.

Наведений огляд літературних даних впливу нафти на нафтопродуктів на ґрунти вказав на незавершеність питання нормування і оцінки екологічного стану ґрунту, забрудненого нафтою та нафтопродуктами, а тому потребує подальших наукових досліджень. Нормування і оцінка екологічного стану нафтозабрудненого ґрунту є важливими при розробленні технологій ліквідації наслідків цього не постійного за своїм складом забруднення і повинні враховуватись на всіх етапах промислового освоєння нафтових родовищ. Це дасть змогу передбачити і запобігти розвитку надзвичайних ситуацій, що значно зменшить негативний вплив на навколишнє середовище.

## Література

- (1) В.С. Білецький. Нафтою й нафтопродуктами забруднення. Енциклопедія Сучасної України: енциклопедія [електронна версія] ред.:І.М.Дзюба, А.І.Жуковський, М.Г.Железняк та ін., НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. 2020, Т.22
- (2) Романюк О. І., Ощатовський І.В., Шевчик Л. З. Моніторинг загазованості території м. Борислава. *Екологічні науки*. 2022, 5(44), 36 – 42. doi: 10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.5
- (3) Сулейманов, Р. Р.; Назырова, Ф. И. Изменение буферности почв при загрязнении нефтепродуктами водами и сырой нефтью. *Вестник ОГУ* 2007, 4, 133-139.
- (4) Каралов, А. М. Регулирование теплового режима нефтезагрязненных земель в условиях их биологической рекультивации. *VIII всесоюз. съезд почвоведов: тезисы докладов*. Кн. 1. Новосибирск. 1989, 37.
- (5) Шевчик, Л. З., Романюк, О. І. Використання обліпихи крушиновидної для фітореMediaції нафтозабруднених ґрунтів. *Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*. 2016, 6 (3), 472–480. doi: 10.15421/2016120.
- (6) Шевчик-Костюк, Л. З.; Романюк, О. І.; Жак Т. В.; Жак О. В.; Рикмас, Я.В. Екологічний моніторинг ґрунтового покриву Бориславського озокеритового родовища. *Екологічні науки*. 2020, 1(28), 122-129. doi: 10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.18
- (7) Мірошниченко, М. М. Стійкість ґрунту як основа педоекологічного нормування забруднення. Автореф. дис... д-ра біол. наук: Харків, Нац. наук. центр „Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім.О.Н.Соколовського”, 2005. 37 с.
- (8) Бабаджанова, О. Ф.; Гринчишин, Ю. Г.; Сукач, Н. М. Міграція нафти і нафтопродуктів у поверхневій шарі ґрунту при аварійних розливах. *Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика: зб. наук. праць X міжнар. наук.-метод. конф. К.: Національний авіаційний університет*. 2011, 22-26.
- (9) Елин, Е. С. Биогеохимическая трансформация нефти-загрязнителя и болотного биогеоценоза при их взаимодействии. *Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. 2002, 3, 153-166.
- (10) Солнцева, Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ. 1998, 376 с.
- (11) Чупахина, Г. Н.; Масленников, П. В. Адаптация растений к нефтяному стрессу. *Экология*. 2004, 5, 330-335.
- (12) Романюк, О. І.; Шевчик, Л. З.; Жак, Т. В. Зміна кількості нафти та динаміка фітотоксичності ґрунту при нафтовому забрудненні. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2018, 2(18), 7-14. doi:10.31471/2415-3184-2018-2(18)-7-14.
- (13) Ротарь, О. В.; Искрижицкая, Д. В.; Искрижицкий, А. А. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных ґрунтов. *Международный научно-исслед. журнал. Химические науки*. 2013, 7. [Электронный ресурс]: [www.research-journal.org](http://www.research-journal.org).
- (14) Гринчишин, Н.; Бабаджанова, О.; Лагуш Н. Вертикальна міграція дизельного палива в ґрунтах різного типу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія*. 2014, 18, 35-40.
- (15) Sikkema, J.; A. M. de Bont; Poolman, B. Mechanisms of Membrane Toxicity of Hydrocarbons. *Microbiological REVIEWS*. 1995, 59(2), 201-222. doi: 10.1128/mr.59.2.201-222.1995
- (16) Phillips, Lori A.; Greer, Charles W.; Farrell, R. E.; Germida, James J. Field- scale assessment of weathered hydrocarbon degradation by mixed and single plant treatments. *Appl. Soil Ecol.* 2009, 42, 9-17. doi: 10.1016/j.apsoil.2009.01.002.
- (17) Басюл, Е. В. Методы очистки и рекультивации среды от нефтепродуктов. *II Международная научная конференция «Современные проблемы загрязнения почв»: сборник материалов*. Том 2, М.: Изд-во МГУ, 2007, 2, 262-264.
- (18) Логинов, О. Н.; Силищев, Н. Н.; Бойко, Т. Ф.; Галимзянова, Н. Ф. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. Уфа: Государственное издательство научнотехнической литературы "Реактив", 2000, 100 с.
- (19) Леднев, А. В. Изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв под действием загрязнения продуктами нефтедобычи и приемы их рекультивации. Автореф. дис. ... доктора с-х. наук: 06.01.03. Ижевск. 2008. 43с.
- (20) Хазиев, Ф. Х. Экология почв Башкортостана. Уфа: АН РБ, Гилем, 2012, 312 с.
- (21) Шамраев, А. В.; Шорина, Т. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009, 6(100), 642–645.
- (22) Панасенко, Є. В. Вплив агроеліоративних заходів на відновлення властивостей та родючості нафтозабрудненого чорнозему. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.03. Харків. 2007. 24 с.

- (23) Колесников, С. И.; Азнаурьян, Д. К.; Казеев, К. Ш.; Вальков, В. Ф. Устойчивость биологических свойств почв Юга России к нефтяному загрязнению. *Экология*. 2010, 5, 357-364.
- (24) Безносиков, В. А.; Лодыгин, Е. Д.; Кондратенко, Б. М. Экологическая оценка почв в районе эксплуатации нефтяных месторождений в условиях Севера. *Международный экологический форум "Сохраним планету Земля": сборник докладов*. СПб.: Центральный музей почвоведения им. В. В. Докучаева 2004, 144-148.
- (25) Овчинникова, И. Н. Экологический риск и загрязнение почв. М., 2003. 364 с.
- (26) Алиев, И. Н. Естественное облесение и биологическая рекультивация нарушенных земель северного Кавказа (на примере Кабардино-Балкарии). Автореф. дис. ... док. с.х. н.: 06.03.01. Волгоград. 2012. 42 с.
- (27) Фарахова, И. З. Агрохимические свойства и приемы рекультивации нефтезагрязненных серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан. Автореф. дисс. ... канд. с/х. наук: 06.01.04. Казань. 2009. 20 с.
- (28) Лапина, Г. П.; Чернавская, Н. М.; Литвиновский, М. Е.; Сазанова, С. В. Физико-химические характеристики загрязнения окружающей среды при техногенных катастрофах (разлив нефти). *Химическая и биологическая безопасность*. 2007, 1 (31), 24-32.
- (29) Сулейманов, Р. Р.; Абдрахманов, Т. А.; Жаббаров, З. А.; Турсунов, Л. Т. Ферментативная активность и агрохимические свойства лугово-аллювиальной почвы в условиях нефтяного загрязнения. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2008, 10(2), 294-298.
- (30) Романюк, О. І.; Шевчик, Л. З. Комплексний екологічний моніторинг нафтозабруднених територій на прикладі м.Борислава. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2013, 5, 19-22.
- (31) Жак, Т. В.; Рикмас, Я. В.; Шевчик, Л. З.; Романюк, О. І.; Жак, О. В. Еколого-аналітичний моніторинг стану ґрунтів озокеритової шахти м. Борислава. *Міжнародна наукова конференція студентів, аспірантів і молодих учених «Хімічні проблеми сьогодення (ХПС – 2018)*, м. Вінниця. 2018, 19.
- (32) Козлов, К. С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей. Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Томск. 2003. 13с.
- (33) Новоселова, Е. И. Экологические аспекты трансформации ферментативного пула почвы при нефтяном загрязнении и рекультивации. Автореф. дис. ... док. биол. наук. Воронеж: ВГУ. 2008. 42с.
- (34) Щемелинина, Т. Н. Биологическая активность нефтезагрязненных почв Крайнего севера на разных стадиях их восстановления и при рекультивации (на примере Усинского района Республики Коми). Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.27, 03.00.16. Воронеж. 2008. 24 с.
- (35) Ибрагимова, С. Т. Биологическое диагностирование нефтезагрязненных почв месторождений Казахстана. Автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Алматы. 2009. 18 с.
- (36) Назаров, А. В.; Ананьина, Л. Н.; Ястребова, О. В.; Плотникова, Е. Г. Влияние нефтяного загрязнения на бактерии дерновоподзолистой почвы. *Биология почв*. 2010, 12, 1489-1493.
- (37) Griffin, L. F.; Calder, G. A. Toxic effect in water-soluble fractions of crude, refined and weathered oils on the growth of a marine bacterium. *Appl. Environ. Microbiol.* 1997, 33(5), 1092-1101. doi: 10.1128/aem.33.5.1092-1096.1977.
- (38) Киреева, Н. А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. Уфа: Изд-во БашГУ, 1994. 171с.
- (39) Исмаилов, Н. М. Влияние нефтяного загрязнения на круговорот азота в почве. *Микробиология*. 1983, 6, 1003-1007.
- (40) Пархоменко, А. Н.; Сопрунова, О. Б. Влияние нефти на микроорганизмы круговорота азота в почвах аридной зоны. *Вестник астраханского государственного технического университета*. 2006, 3, 178-182.
- (41) Колесников, С. И.; Татосян, М. Л.; Азнаурьян, Д. К. Изменение ферментативной активности чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью и нефтепродуктами в модельных экспериментах. *Доклады Россельхозакадемии*. 2007, 5, 32-34.
- (42) Киреева, Н. А.; Бакаева, М. Д.; Галимзянова, Н. Ф. Влияние нефтяного загрязнения на скорость роста микромицетов. *Проблемы медицинской микологии*. 2005, 7(2), 40-41.
- (43) Evdokimova, G. A.; Korneykova, M. V.; Lebedeva, E. V. Complexes of potentially pathogenic microscopic fungi in anthropogenic polluted soils. *Environmental science and health. Part A*. 2013, 48 (7), 746- 752. doi: 10.1080/10934529.2013.744615.
- (44) El-Sheekh, M. M.; El-Naggar, A. H.; Osman, M. E. H.; Haieder, A. Comparative Studies on the Green Algae *Chlorella Homosphaera* and *Chlorella Vulgaris* with Respect to Oil Pollution in the River Nile. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2000, 124 (1-2), 187-204. doi: 10.1023/A:1005268615405.
- (45) Штина, Э. А.; Некрасова, К. А. Водоросли загрязненных нефтью почв. *Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем*. М.: Наука, 1988, 57-81.

- (46) Кабиров, Р. Р.; Киреева, Н. А.; Кабиров, Т. Р.; Дубовик, И. Е.; Якупова, А. Б.; Сафиуллина Л. М. Оценка биологической активности нефтезагрязненных почв с помощью интегрального показателя. *Почвоведение*. 2012, 2, 184-188.
- (47) Козлов, К. С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей. Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Томск, 2003, 13с.
- (48) Соромотин, А. В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенных беспозвоночных (мезофауны) в таежных лесах Среднего Приобья. *Сибирский экологический журнал*. 1995, 6, 549-552.
- (49) Назаров, А. В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения. *Вестник Пермского университета*. 2007, 5 (10), 135-141.
- (50) Джура, Н. М. Можливості використання рослинних тест-систем для біомоніторингу нафтозабруднених ґрунтів. *Біологічні Студії*. 2011, 5(3), 183-196.
- (51) Чижов, Б. Е.; Захаров, А. И.; Гаркунов, Г. А. Деградиционно-восстановительная динамика лесных фитоценозов после нефтяного загрязнения. *Леса и лесное хозяйство Западной Сибири*. 1998, 6, 160-172.
- (52) Максименко, О. Е.; Червяков, Н. А.; Каркишко, Т. И. Динамика восстановления растительности антропогенно нарушенного сфагнового болота на территории нефтепромысла в Среднем Приобье. *Экология*. 1997, 4, 243-247.
- (53) Шестоपालов, О. В.; Бахарева, Г. Ю.; Мамедова, О. О.; Твердохлебова, Н. Є.; Єршов, Д. І.; Міхєнко (Ященко), Л. О.; Соболев, Ю. О.; Євтушенко, Н. С.; Васьковець, Л. А.; Чиркіна, М. А. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посібник. Харків: НТУ "ХПІ", 2015, 116 с.
- (54) Методика визначення збитку, обумовленого забрудненням і засміченням земельних ресурсів в результаті порушення природоохоронного законодавства. Міністерство охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки, Київ. 1998.
- (55) ГСТУ 41-00032626-00-023-2000. "Охрана доквілля. Рекультивация земель під час спорудження нафтових і газових свердловин", Київ, Міністерство екології та природних ресурсів України, 2000. 69с.
- (56) РД 41-580 4046-200-91. Охрана окружающей среды при строительстве разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ. К.: Госкомгеологии Украины, 1991. 64 с.
- (57) Франчук, Г. М.; Радомська, М. М. Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами внаслідок діяльності автозаправних станцій. *Вісн. Нац. авіац. ун-ту*. 2009, 1, 46-49.
- (58) Демиденко, А. Я.; Демурджан, В. М. Пути восстановления плодородия нефтезагрязненных почв черноземной зоны Украины. *Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем*. 1988, 197-206.
- (59) Мирошниченко, Н. Н. Принципы регламентации углеводородного загрязнения почв Украины. *Почвоведение*. 2008, 5, 614-622.
- (60) Соловьев, В. И.; Кожанова, Г. А. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв. *Мир экологии*. 2004, 2, 21-25.
- (61) Романюк, О. І. Розробка методу оцінки токсичності нафтозабруднених ґрунтів. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016, 72, 93-100.
- (62) Романюк, О. І.; Шевчик, Л. З.; Ощиповський, І. В.; Жак, Т. В. Методика екологічного оцінювання нафтозабруднених ґрунтів. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2016, 24(2), 264-269. doi:10.15421/011633.



УДК 594.3(477.41/.42)  
DOI <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-05>

## Види молюсків родини Pisidiidae (Mollusca, Bivalvia) у водоймах та водотоках півночі правобережного Полісся України та характеристика умов їх оселення

Шевчук Л. М., Билина Л. В.

Житомирський державний університет імені Івана Франка  
shevchuk.biol@gmail.com, bylyna.lili@gmail.com

**Ключові слова:** *Mollusca*,  
*Sphaeriidae* *Pisidiidae*,  
кількість видів,  
Україна, аутокологічна  
характеристика аутокологія  
видів.

Молюски родини Pisidiidae (Mollusca, Bivalvia), не зважаючи на їх дрібні розміри (від 1,5 до 22 мм), відіграють важливу роль у прісноводних екосистемах України. Вони є природними фільтраторами і тому визначають якість води у водоймах. Через розбіжність поглядів серед систематиків та через малі розміри цих молюсків, їх точна кількість у водоймах та водотоках України не відома. За результатами власних зборів, проведених у 2019-2022 роках у річкових басейнах Тетерева, Ужа, Уборті, Случі, Південного Бугу, виявлено 18 видів Pisidiidae, а саме *Musculium lacustre* Müller, 1774, *Sphaerium corneum* Linnaeus 1758, *S. rivicola* Lamarck, 1818, *S. nucleus* Studer, 1820, *S. solidum* Normand, 1844, *Pisidium amnicum* Muller, 1774, *P. supinum* Schmidt, 1851, *P. pseudosphaerium* Falve, 1927, *P. milium* Held, 1836, *P. subtruncatum* Malm, 1855, *P. tenuilineatum* Stelfox, 1918, *P. obtusale* Lamarck, 1818, *P. nitidum* Jenyns, 1832, *P. casertanum* Poli, 1791, *P. henslowanum* Sheppard, 1823, *P. personatum* Malm, 1855, *P. moitessierianum* Paladilhe, 1866, *P. globulare* Clessin, 1873. Видова ідентифікація здійснювалась з використанням загальноєвропейських підходів до систематики цієї групи тварин на підставі співставлення морфологічних ознак з описаними у літературі. Також наведено коротку аутокологічну характеристику видів. Констатовано катастрофічне зникнення молюсків видів родини Pisidiidae з водойм та водотоків України, що, ймовірно, пов'язано з антропогенним впливом і скороченням та зникненням придатних для цих видів умов існування. Доказом цього може слугувати те, що у жодному випадку види не було виявлено на зарегульованих ділянках, тобто таких, що знаходились між двома дамбами та характеризувались відсутністю течії та значним розвитком мулистих донних відкладів. У всіх випадках види були виявлені у проточних ділянках водойми або за наявності хоча б слабкої течії.

## Species of mollusks of the family Pisidiidae (Mollusca, Bivalvia) in water bodies and watercourses of the north of the right-bank Polissya of Ukraine and characterization of their habitat

Shevchuk L. M., Bylyna L. V.

Zhytomyr Ivan Franko State University

shevchuk.biol@gmail.com, bylyna.lili@gmail.com

**Key words:** *Mollusca, Sphaeriidae Pisidiidae, number of species, Ukraine, autecological characteristics autecology of species.*

Despite their small size (from 1.5 to 22 mm), Mollusks of the family Pisidiidae (Mollusca, Bivalvia) play an important role in the freshwater ecosystems of Ukraine although having small size (from 1.5 to 22 mm). They are natural filterers and therefore determine the quality of water in water bodies. Due to the divergence of views among taxonomists and due to the small size of these molluscs, their exact number in water bodies and watercourses of Ukraine is not known. According to the results of our own collections conducted in 2019-2022 in the river basins of the Teteriv, Uzh, Ubort, Sluch, Southern Bug, 18 species of Pisidiidae were found, namely *Musculium lacustre* Müller, 1774, *Sphaerium corneum* Linnaeus 1758, *S. rivicola* Lamarck, 1818, *S. nusleus* Studer, 1820, *S. solidum* Normand, 1844, *Pisidium amnicum* Muller, 1774, *P. supinum* Schmidt, 1851, *P. pseudosphaerium* Falve, 1927, *P. milium* Held, 1836, *P. subtruncatum* Malm, 1855, *P. tenuilineatum* Stelfox, 1918, *P. obtusale* Lamarck, 1818, *P. nitidum* Jenyns, 1832, *P. casertanum* Poli, 1791, *P. henslowanum* Sheppard, 1823, *P. personatum* Malm, 1855, *P. moitessierianum* Paladilhe, 1866, *P. globulare* Clessin, 1873. Species identification was carried out using common European approaches to the systematics of this group of animals on the basis of comparison of morphological characters with those described in the literature. Brief autecological characteristics of the species are also were given. The catastrophic disappearance of molluscs of the family Pisidiidae from water bodies and watercourses of Ukraine has been stated, which is probably happened due to anthropogenic impact and the resulted in the reduction and disappearance of suitable habitats suitable for these species. The lack of molluscs can be Eevidenced for this can be found in by the fact that there were in no cases were of the species found report in the regulated areas, i.e. those located between two dams and that characterized by the absence of current lotic water and significant development of muddy bottom sediments. In all cases, the species were found in flowing areas lotic ecosystems. of the reservoir or in the presence of at least not significant current.

### Вступ

Пізидіїди – це дрібні двостулкові молюски (їх розміри загалом не перевищують 30 мм), що мають космополітне поширення та, не зважаючи на свої дрібні розміри, важливе значення для прісноводних екосистем. Нерідко вони можуть мати значну чисельність та біомасу. Вони відіграють важливу роль як природні фільтратори, припускають, що деякі види пізидіїд за своєю фільтраційною активністю не поступаються уніонідам<sup>1</sup>. Саме тому ці тварини відіграють важливу роль у потоках енергії та біомаси у прісноводних екосистемах. Також пізидіїди можуть слугувати їжею риба, водоплавним птахам, водним комахам. Самі ж вони фільтрують детрит, бактерії та мікроскопічні водорості<sup>2</sup>. Важливим є те, що ці молюски, на відміну від близьких перлівницеви є гермафродитами, тому не потребують партнера

для розмноження і можуть швидко відновлювати свою чисельність. Поряд з цим пізидіїди є однією з найменш досліджених груп бентосних організмів на сучасному етапі. Причина цього вбачається у їх дрібних розмірах та відсутності точної інформації щодо кількості видів. Зокрема Для території України у різні періоди українські дослідники вказували від 21 73 видів<sup>1</sup> до 73 видів 21<sup>3-4</sup>. В.І. Жадін<sup>5</sup> вважав, що таких видів 15. На думку європейських вчених в українських водоймах таких видів 21<sup>6</sup>. Для території найближчих країн Білорусі та Польщі їх зазначається також 21<sup>2,7</sup>. Але видовий склад пізидіїд цих територій дещо відрізняється. При цьому для Чеської та Словенської республік зазначається 17 видів<sup>8</sup>. Варто зазначити, що до сьогодні не існує остаточної думки щодо кількості родин і навіть родів, до яких вони відносяться.

В останні десятиліття все частіше йдеться про деградацію прісноводних екосистем через нераціональну господарську діяльність людини і, тому, про збіднення прісноводної малакофауни. З водою зникають види-фільтратори, які визначають якість води у ній. В умовах зникнення з прісноводних екосистем крупних двостулкових моллюсків родини Unionidae, інтерес до дрібних кулькових все більше зростає. До того ж, і вони все рідше трапляються у водоймах та водотоках України<sup>9</sup>.

**Метою дослідження** стало з'ясування умов існування моллюсків родини Pisidiidae у сучасних водоймах. Актуальність проведеного дослідження обумовлена тим, що ці найдрібніші двостулкові моллюски на разі мають не високі показники частоти трапляння не лише в українських, а й європейських водоймах<sup>2</sup> та поступово зникають. Причина вбачається у деградації прісноводних водойм та зникненні типових для гідробіонтів оселищ. Таке припущення потребує перевірки.

#### Матеріали та методи досліджень

Нами обстежено 232 типових місць існування пізидід у період 2019-2022 років у річкових басейнах Тетерева, Ужа, Уборті, Случі, Південного Бугу. Проте виявлено моллюсків було лише у 78 пунктах. За існуючою класифікацією ці річки відносяться до середніх, а Південний Буг відноситься до великих річок, всі вони є допливами Прип'яті та Дніпра (рис. 1).

Збір матеріалу здійснювали вручну на глибині до 50 см шляхом промивання ґрунту з використанням сит (розмір країв вічка від 1 мм до 3 мм). У кожному місці збору пробу повторювали щонайменше тричі. Загалом зібрано 1023 екз. тварин, яких транспортували до лабораторії у пляшечках з водою, а потім поміщали у спирт. Видову ідентифікацію проводили з використанням загальноприйнятих європейських підходів

до систематики цієї групи тварин шляхом співставлення дослідження якісних та кількісних морфологічних характеристик ознак з описаними в літературі<sup>2,8</sup>. Крупних особин ідентифікували до виду безпосередньо на березі водойми. За для точної ідентифікації моллюсків фотографували з використанням мікроскопа KEYENCE VHX-950F (цю частину роботи виконано за рахунок грантової підтримки в Інституті охорони навколишнього середовища (м. Краків, Польська Академія наук) під керівництвом Prof. Tadeusz Zając and Prof. Katarzyna Zając). Для порівняння фауністичних списків різних типів водойм використано індекси Соренсена<sup>10</sup> та коефіцієнт Жаккара<sup>11</sup>. Частоту трапляння виду розраховували як виражене у відсотках співвідношення кількості пунктів, де виявлено вид, до загальної кількості досліджених пунктів. Статистична обробка цифрових даних виконана за допомогою пакету прикладних статистичних програм STATISTICA 6.0., Microsoft Excel v. 9.0.

#### Результати

Наразі, в Україні мешкають пізидіди, що відносяться до трьох родів, а саме *Musculium*, *Sphaerium* та *Pisidium*. Порівняння морфологічних ознак з описаними в літературі попередньо дозволяє стверджувати, що на досліджуваній території виявлено наступні види тварин: *Musculium lacustre* Müller, 1774, *Sphaerium corneum* Linnaeus 1758, *S. rivicola* Lamarck, 1818, *S. nucleus* Studer, 1820, *S. solidum* Normand, 1844, *Pisidium amnicum* Muller, 1774, *P. supinum* Schmidt, 1851, *P. pseudosphaerium* Falve, 1927, *P. milium* Held, 1836, *P. subtruncatum* Malm, 1855, *P. tenuilineatum* Stelfox, 1918, *P. obtusale* Lamarck, 1818, *P. nitidum* Jenyns, 1832, *P. casertanum* Poli, 1791, *P. henslowanum* Sheppard, 1823, *P. personatum* Malm, 1855, *P. moitessierianum* Paladilhe, 1866, *P. globulare* Clessin, 1873 (рис. 2).

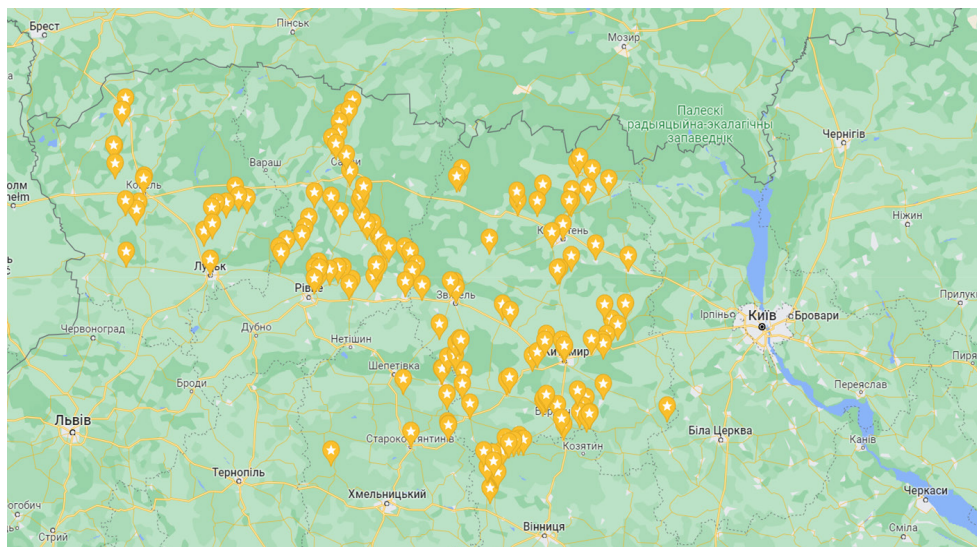
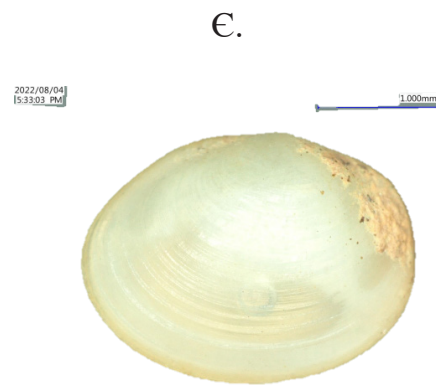
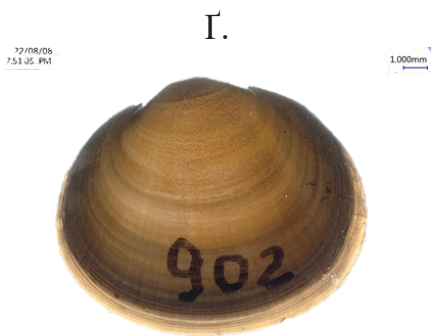
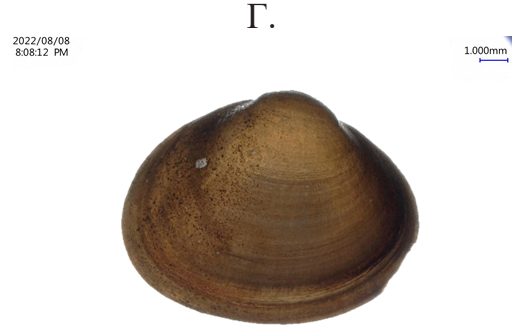
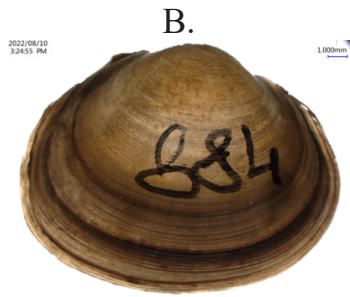
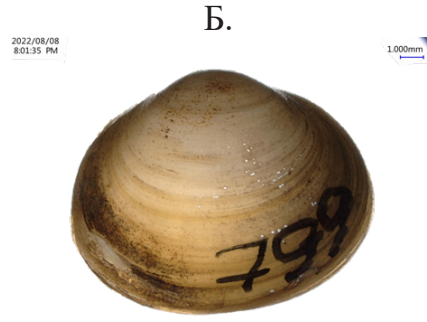
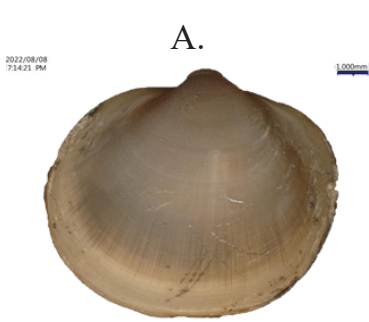


Рис. 1. Пункти збору моллюсків



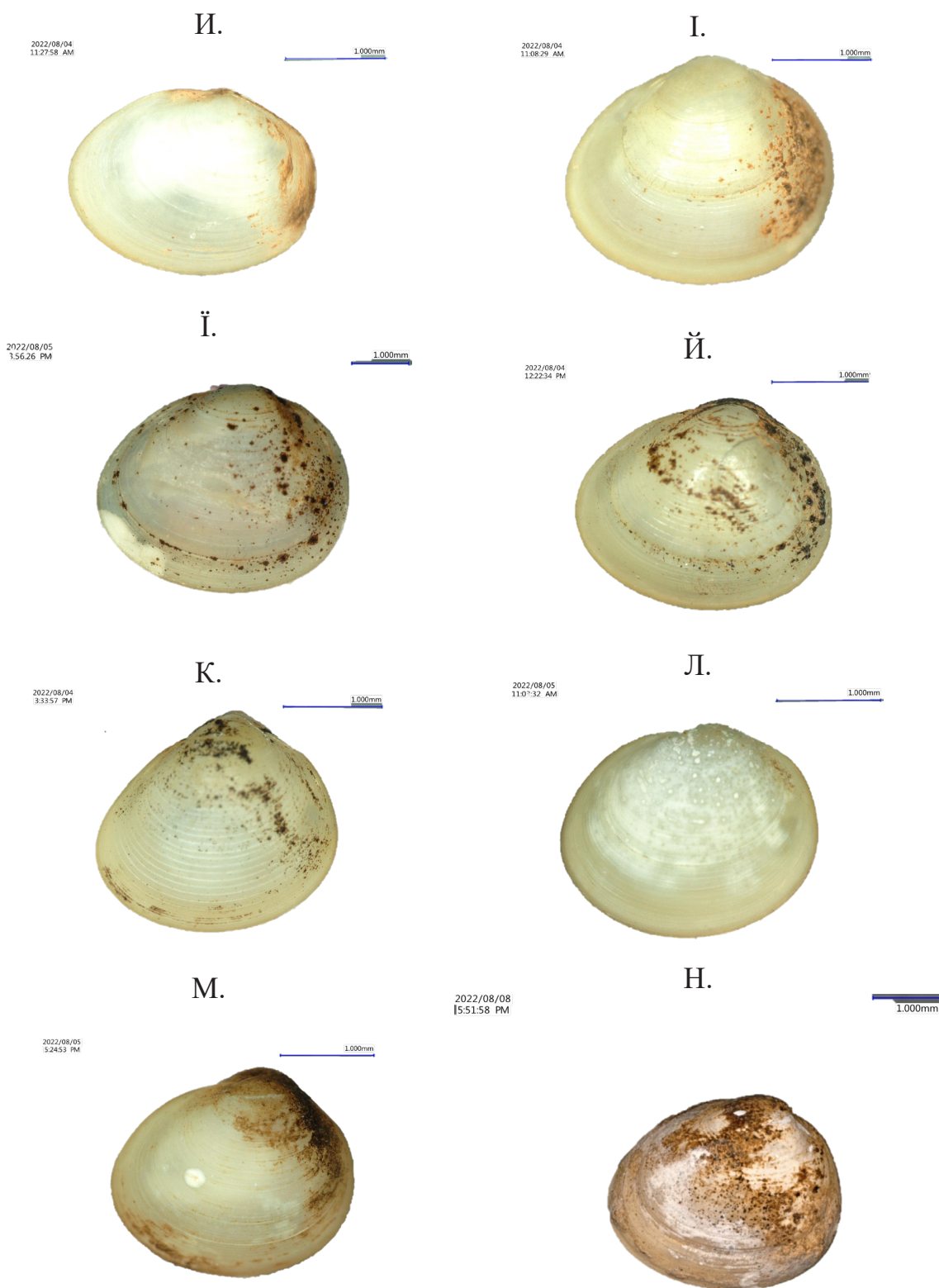


Рис. 2. Черепашки видів родини Pisidiidae (власні фото): А – *M. Lacustre* – р. Гнилоп'ять, с. Хажин, Б – *S. corneum* – р. Хомора, смт. Понінки, В - *S. rivicola* – р. Гнилоп'ятка, с. Мирославка, Г – *S. nucleus* – р. Гуйва, с. Білопілля, І – *S. solidum* – р. Хомора, смт. Понінки, Д – *P. annicum* – р. Уборть, м. Олевськ, Е – *P. supinum* – р. Горинь, с. Велунь, Є – *P. pseudosphaerium* – р. Стир, с. Нова Виживка, Ж – *P. milium* – р. Горинь, с. Степань, З – *P. subtruncatum* – р. Кизівка, с. Нова Виживка, И – *P. tenuilineatum* – р. Прип'ять, м. Ратне, І – *P. obtusale* – р. Прип'ять, с. Глухи, Ї – *P. nitidum* – р. Кам'янка, м. Житомир, Й – *P. casertanum* – струмок, с. Тараски, К – *P. henslowanum* – р. Уж, с. Поліське, Л – *P. personatum* – р. Случ, с. Тинниця, М – *P. moitessierianum* – р. Уж, с. Поліське, Н – *P. globulare* – р. Горинь с. Степань.

Досліджені тварини значною мірою відрізняються за розмірами. Найкрупнішими серед них є: *S. rivicola*, *S. corneum*, *S. solidum*, що мають розміри від 15,1 до 22,0 мм, а найдрібнішими – *P. moitessierianum*, *P. nitidum*, *P. obtusale*, які мали розміри від 1,5 до 2,0 мм. Також певні види відрізнялись у виборі місць оселення (табл. 1). Велику кількість видів було виявлено у річках та невеликих річках, що порою нагадували струмочки, загалом частота трапляння їх тут склала 40%. В наших зборах молюсків не було виявлено в річці Південний Буг, це може свідчити про зникнення придатних для цих видів місць існування через її антропогенну трансформацію. Також молюсків *S. nucleus*, *P. obtusale* та *P. casertanum* було виявлено у пересихаючих водоймах частота трапляння склала 3%, а у водосховищах та ставках, тобто на перегороджених ділянках річок, що відрізнялися відсутністю течії та значним розвитком мулистих донних відкладів, пізидіид виявлено взагалі не було.

Аналіз отриманих даних щодо існування видів пізидіид у водоймах різного типу дозволяє зробити висновок, що найбільше видів, а саме десять було виявлено у двох типах водойм. При цьому п'ять з них існували у середніх та малих річках, а п'ять – у малих річках та струмках. Лише п'ять видів мешкали у всіх трьох типах водойм. І три види оселялись у одному типі водойми, у двох випадках це були середні річки, і у одному – мала річка. Видів, які б існували лише у струмках, виявлено не було. Проведений статистичний аналіз показав відсут-

ність кореляції між частотою трапляння видів та кількістю типів водойм, у яких вони трапляються (Spearman 0,311870, t(N-2) 1,312966, p-level 0,207715). Це спростувало наше припущення, що чим екологічно пластичнішим є вид, тим у більшій кількості типів водойм він трапляється, і тим більшою є його частота трапляння.

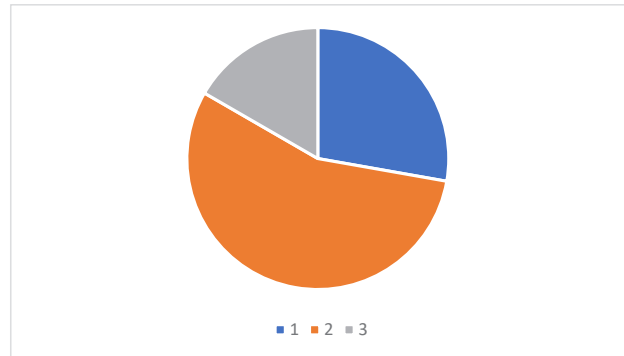


Рис. 3. Виявлення кількості видів пізидіид у водоймах одного-, двох- та трьох типів

Використання індекса Соренсена для порівняння фауністичних списків різних типів водойм дозволяє констатувати (табл. 2), що найвищий відсоток подібності прослідковується між середніми та малими річками (71%), дещо меншим він є між малими річками і струмками (69%). Найменшим цей показник виявився при порівнянні середніх річок та струмків (46%). Подібну закономірність підтверджено і при порівнянні фауністичних

Таблиця 1 – Виявлення видів родини Pisidiidae у водоймах різного типу

№	Вид молюска	Середні річки	Малі річки	Водосховища, ставки (ділянки водойм між двома дамбами)	Струмки
1	<i>M. lacustre</i>	+	+	-	+
2	<i>S. corneum</i>	+	+	-	-
3	<i>S. rivicola</i>	+	+	-	-
4	<i>S. nucleus</i>	+	+	-	+
5	<i>S. solidum</i>	+	-	-	-
6	<i>P. amnicum</i>	+	+	-	+
7	<i>P. supinum</i>	+	+	-	+
8	<i>P. pseudosphaerium</i>	-	+	-	+
9	<i>P. milium</i>	-	+	-	-
10	<i>P. subtruncatum</i>	-	+	-	+
11	<i>P. tenuilineatum</i>	+	+	-	-
12	<i>P. obtusale</i>	+	+	-	+
13	<i>P. nitidum</i>	-	+	-	+
14	<i>P. casertanum</i>	-	+	-	+
15	<i>P. henslowanum</i>	-	+	-	+
16	<i>P. perconatum</i>	+	+	-	-
17	<i>P. moitessierianum</i>	+	-	-	-
18	<i>P. globulare</i>	+	+	-	-

списків з використанням коефіцієнта Жаккара. Так, ступінь подібності між середніми і малими річками склав 56%, малими річками і струмками – 52%, середніми річками і струмками – 29%.

Таблиця 2 – Порівняння фауністичних списків типів водойм з використанням індекса Соренсена (%) (по діагоналі – загальна кількість видів)

Тип водойми	Середні річки	Малі річки	Струмки
Середні річки	12		
Малі річки	71	16	
Струмки	46	69	10

Характер оселення видів мав відміни. Так, види *S. rivicola* та *S. nucleus* переважно були занурені у донні відклади, при цьому 12 з 18 виявлених досліджених видів було між корінням макрофітів у всіх типах водойм (рис. 4, табл. 3). При цьому такі два види як *S. rivicola* та *P. pseudosphaerium* могли оселятись як серед коріння макрофітів, так і на ділянках без них. Всі види було виявлено лише на проточних ділянках водойми. Нижче наведено більш детальну екологічну характеристику видів.

*M. lacustre* нами виявлений у водоймах різних типів (невеличких річках, що нагадували струмок, середніх річках, струмках), надає перевагу проточним ділянкам. Зосереджений на слабко замулених ділянках, піщано-мулистих та кам'янисто-мулистих. Загалом є досить евритопним видом. Траплявся серед заростей макрофітів.

*S. corneum* виявлений у малих та середніх річках, переважав на відносно затишних ділянках з

повільною течією, на піщаних, піщано-мулистих, піщано-кам'янистих ґрунтах. Не виявлений у складі фітоценозів.



Рис. 4. Виявлення особин серед коріння водних макрофітів

*S. rivicola* виявлений у середніх та малих річках, а також каналах. Надавав перевагу реофільним біоценозам, часто зустрічався на зарослих макрофітами ділянках. Переважав на піщаних, піщано-мулистих, подекуди кам'янистих ділянках. Нерідко виявлявся зануреним у донні відклади. Є найпоширенішим серед усіх пізидіід.

Таблиця 3 – Характер оселення видів родини Pisidiidae у водоймах

№	Вид молюска	Виявлено серед коріння водних макрофітів	Виявлено на ділянках без водних макрофітів
1	<i>M. lacustre</i>	+	-
2	<i>S. corneum</i>	-	+
3	<i>S. rivicola</i>	+	+
4	<i>S. nucleus</i>	+	-
5	<i>S. solidum</i>	+	-
6	<i>P. amnicum</i>	-	+
7	<i>P. supinum</i>	+	-
8	<i>P. pseudosphaerium</i>	+	+
9	<i>P. milium</i>	-	+
10	<i>P. subtruncatum</i>	+	-
11	<i>P. tenuilineatum</i>	+	-
12	<i>P. obtusale</i>	+	-
13	<i>P. nitidum</i>	+	-
14	<i>P. casertanum</i>	+	-
15	<i>P. henslowanum</i>	+	-
16	<i>P. perconatum</i>	-	+
17	<i>P. moitessarianum</i>	-	+
18	<i>P. globulare</i>	-	+

*S. nucleus* виявлений у середніх та малих дещо замулених річках, переважно на ділянках з проточною, подекуди слабо проточною водою, дещо замулених. Інколи був зануреним у донні відклади. Також цей вид було відмічено у невеликих пересихаючих водоймах. Часто оселявся серед водних макрофітів, нерідко серед коріння рослин.

*S. solidum* надавав перевагу реофільним ділянкам з водними макрофітами. Зустрічається на різних ґрунтах. Виявлений лише у річках.

*P. amnicum* виявлений у різних типах водойм, на піщаних, піщано-глинистих, піщано-мулистих і піщано-галькових ґрунтах, які не мають водних макрофітів. Переважає на ділянках із слабкою течією.

*P. supinum* виявлений переважно у річках, зрідка трапляється у водоймах іншого типу, що пов'язані з річками. Надає перевагу замуленим ділянкам, але зустрічається і на піщаних, піщано-галькових ґрунтах. Виявлений серед коріння водних макрофітів.

*P. pseudosphaerium* виявлений у маленьких проточних річках та струмках, з невеликою кількістю мулу, без макрофітів.

*P. milium* виявлений у невеликій проточній річці, на піщаному субстраті з намулом. Надає перевагу ділянкам без макрофітів.

*P. subtruncatum* оселяється в невеликих проточних річках та струмках, на піщано-мулистих ґрунтах. Часто оселяється з іншими видами пізидіід.

*P. tenuilineatum* виявлений у середніх річках та таких, що нагадують струмочок, на піщано-мулистих ґрунтах серед водних макрофітів.

*P. obtusale* існує у середніх річках та невеликих водотоках, що нагадували струмки, також струмках, у складі фітофільного біоценозу, серед коренів водяних макрофітів. Також виявлено його у пересихаючій водоймі. Уникає сильно замулених ділянок.

*P. nitidum* виявлений у невеликому пересихаючому струмочку серед заростей макрофітів та річці, що нагадує струмок, на піщано-мулистих ґрунтах.

*P. casertanum* виявлений у невеликих річках, що нагадували струмки, та струмках здатних до пересихання, на піщано-мулистих ґрунтах серед водних макрофітів.

*P. henslowanum* виявлений у невеликих річках та струмках, переважно серед макрофітів. При цьому потрібно відмітити, що надавав перевагу дещо менш проточним ділянкам. Оселявся на різноманітних ґрунтах – піщаних, піщано-мулистих, кам'янистих.

*P. personatum* виявлений у річках, на проточній ділянці без макрофітів, піщаному, піщано-мулистому субстраті.

*P. moitessierianum* виявлений у річці, на проточній ділянці, на слабо замуленому піску без водних макрофітів.

*P. globulare* виявлений у середніх річках та таких, що нагадують струмок, на піщано-мулистих ґрунтах без макрофітів.

Зазначені вимоги до вибору місць існування пізидіід ілюструють можливість чи не можливість сумісного існування цих видів (табл. 4). При цьому статистично не відмічено кореляції між показником частоти трапляння видів та кількістю видів, з яким цей вид може сумісно мешкати (Spearman 0,433215, t(N-2) 1,922640, p-level 0,072512). Це спростувало наше припущення, що чим пластичнішим є вид, тим більшу частоту трапляння він має і, відповідно, тим з більшою кількістю видів він може сумісно існувати.

### Обговорення

Потрібно відмітити, що пізидіиди перебувають під охороною у багатьох європейських країнах<sup>8,12-16</sup>. Аналіз даних про виявлення пізидіід та умови їх існування у водоймах України, дозволяє зрозуміти чому ці види мають таку не значну щільність поселення і в нашій країні. За нашими даними вона склала загалом 34% (пізидіід ми виявили у 78 з 232 обстежених типових місць існування). У всіх випадках пізидіиди були виявлені у проточних ділянках водойми або за наявності хоча б слабкої течії. У стоячих водоймах із значною кількістю мулу пізидіід виявлено не було. Аналіз кількості видів, що присутні у різних типах водних об'єктів показав, що найбільше видів, а саме 16, виявлено у малих річках, які на сьогодні є найменш трансформованими. У середніх річках існує 12 видів, а у струмках – 10. Останній тип водних об'єктів найменш підходить серед інших для існування видів пізидіід через періодичне пересихання. У Південному Бузі, який є великою річкою, нами моллюски виявлені взагалі не були. Саме великі річки зазнали найбільшого впливу у результаті господарської діяльності людини і придатні для пізидіід місця існування тепер тут не відмічені. За літературними даними<sup>1</sup> ці види нерідко іще 50-60 років тому оселялись у великих річках, які тепер стали непридатними для існування<sup>1</sup>. У жодному випадку види не було виявлено на зарегульованих ділянках, тобто таких, що знаходились між двома дамбами та характеризувались відсутністю течії та значним розвитком мулистих донних відкладів. Про те, що ці види надають перевагу проточним ділянкам водойм без значного розвитку мулистих донних відкладів зазначають і інші автори<sup>1,13</sup>.

Наразі можна говорити про катастрофічне зникнення видів пізидіід з водойм та водотоків України. Це, на нашу думку, пов'язано з антропогенним впливом і скороченням та зникненням



Таблиця 4 – Сумісне існування видів пізидід у гідроценозах України (по діагоналі вказана виражена у відсотках частота трапляння виду)

		<i>M. lacustre</i>	<i>S. corneum</i>	<i>S. rivicola</i>	<i>S. nucleus</i>	<i>S. solidum</i>	<i>P. amnicum</i>	<i>P. supinum</i>	<i>P. pseudosphaerium</i>	<i>P. milium</i>	<i>P. subtruncatum</i>	<i>P. tenuilineatum</i>	<i>P. obtusale</i>	<i>P. nitidum</i>	<i>P. casertanum</i>	<i>P. henslowanum</i>	<i>P. perconatum</i>	<i>P. moitessierianum</i>	<i>P. globularis</i>
1	<i>M. lacustre</i>	3		+	+								+						
2	<i>S. corneum</i>		2	+	+	+	+												
3	<i>S. rivicola</i>	+	+	16	+	+	+	+			+		+	+		+		+	
4	<i>S. nucleus</i>	+	+	+	11	+	+		+		+	+	+		+	+			
5	<i>S. solidum</i>		+	+	+	13					+		+						
6	<i>P. amnicum</i>			+	+		4		+		+	+	+		+	+	+		+
7	<i>P. supinum</i>			+				1			+			+		+			
8	<i>P. pseudosphaerium</i>				+				1		+		+	+	+				
9	<i>P. milium</i>									1	+	+			+		+		
10	<i>P. subtruncatum</i>			+	+	+	+	+	+		2	+	+	+		+	+		
11	<i>P. tenuilineatum</i>				+		+			+	+	1	+	+	+		+		+
12	<i>P. obtusale</i>	+		+	+	+	+		+		+	+	3		+	+			+
13	<i>P. nitidum</i>			+				+	+		+	+		2		+			
14	<i>P. casertanum</i>				+		+		+	+		+	+		1		+		
15	<i>P. henslowanum</i>			+	+		+	+			+		+	+		2		+	
16	<i>P. perconatum</i>						+		+	+	+			+			1		+
17	<i>P. moitessierianum</i>			+											+			1	
18	<i>P. globularis</i>						+					+	+			+			1

придатних для цих видів умов існування. У зв'язку з цим постає потреба продовження дослідження цієї групи тварин з метою розробки заходів щодо їх охорони.

### Висновки

Антропогенна трансформація водойм, а саме перегороджування їх дамбами, замулення, забруднення політантами різної природи, спричинили

зменшення частоти трапляння видів родини Pisidiidae, або, навіть, їх зникнення з водойм та водотоків. Усе це вимагає розробки та втілення заходів щодо охорони та збереження цієї групи тварин. Відсутність єдиного підходу до систематики цієї групи моллюсків обумовлює необхідність проведення подальшого дослідження, можливо із застосуванням секвенування ДНК.

### Література

- (1) Стадниченко, А.П. *Фауна України. Перлівницеві. Кулькові (Unionidae, Cycladidae)*; Наукова думка, Київ, 1984; 382.
- (2) Piechocki, A.; Wawrzyniak-Wydrowska, B. *Guide to freshwater and marine mollusca of Poland*; Poznań, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 2016; 156.
- (3) Корнюшин, А.В. *Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidoidea Палеарктики. Фауна, систематика, филогения*; Киев, 1996; 177.
- (4) Корнюшин, А.В. О видовом составе пресноводных двустворчатых моллюсков Украины и стратегии их охраны. *Вестник зоологии* 2000, 36 (1), 9-23.
- (5) Жадин, В.И. *Моллюски пресных и солоноватых вод СССР*; Издательство АН СССР, Москва – Ленинград, 1952; 376.
- (6) Welter-Schultes, F. *European non-marine Molluscs – 'Bestimmungsbuch für europäische Land – und Süßwassermollusken – A guide for species identification*; Planet Poster Editions, Gottingen, 2012; 757.
- (7) Лаенко, Т.М. *Фауна водных моллюсков Беларуси*; Беларуская навука, Минск, 2012; 128.
- (8) Horsák, M.; Juříčková, L.; Picka, J. *Molluscs of the Czech and Slovak Republics*; Kabourek, Zlín, 2013; 270.

- (9) Шевчук, Л.М.; Билина, Л.В.; Бітнер, Д.В. Стан популяцій двостулкових молюсків родин Unionidae та Pisidiidae (Mollusca: Bivalvia) у басейні Случі в умовах загострення екологічної ситуації. *Екологічні науки* 2020, 3 (30), 192-196. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.32>
- (10) Индекс Соренсена. Вікіпедія, вільна енциклопедія. [Електронний ресурс].- [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81\\_%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%B0)
- (11) Коефіцієнт Жаккара. Вікіпедія, вільна енциклопедія. [Електронний ресурс].- [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82\\_%D0%96%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B5%D1%84%D1%96%D1%86%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82_%D0%96%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B0)
- (12) Piechocki, A. *Annales Zoologici*; Polska Akademia Nauk Instytut Zoologii, Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa – Wrocław, Poland, 1989; 75.
- (13) Dyduch-Falniowska, A.; Zając, K. *Bivalvia Malże*; Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków, 2002; с. 23-26.
- (14) Hackenberg, E.; Müller, R. *Rote Liste und Gesamtartenliste der Weichtiere (Mollusca: Gastropoda und Bivalvia) von Berlin*; Der landesbeauftragte für naturschutz und landschaftspflege, Berlin, 2017; 43. DOI: 10.14279/depositonce-5845

УДК 591+502  
DOI <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2022-1-06>

## Зміни чисельності та розподілу ночівель воронових птахів роду *Corvus* на зимівлях у м. Київ протягом 1977–2021 рр.

<sup>1</sup>Шайда С. В., <sup>2</sup>Дупак В. С., <sup>1</sup>Мартюшева О. О., <sup>2</sup>Яніш Є. Ю.

<sup>1</sup>Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Інститут зоології імені І. І. Шмальгаузена Національної академії наук України  
sshaida2000@gmail.com

**Ключові слова:** зграйні  
воронові птахи, грак, ворона  
сіра, галка, ночівлі, зимівля.

У статті представлено результати проведеного нами дослідження багаторічної динаміки чисельності воронових птахів роду *Corvus* на зимівлях на території м. Київ. Матеріал дослідження включає власні польові дані, а також дані з літературних джерел, та охоплює період 1977–2021 років. Чисельність досліджуваної групи птахів взимку 2020–2021 впала до історичного мінімуму за всі роки досліджень та склала близько 90 000 особин. Таке катастрофічне скорочення ми пояснюємо зниженням частки грака (*Corvus frugilegus* L., 1758) у спільних зимових зграях воронових практично в два рази за останні 15 років: 70 200 особин взимку 2020–2021 р. порівняно із 137 300 птахів на зимівлі у 2004–2005 р. У той же час було відмічено зростання чисельності ворони сірої (*Corvus cornix* L., 1758) протягом останніх 40 років, а чисельність галки (*Corvus monedula* L., 1758) суттєво не змінилася. У попередні роки кількість ночівель зграйних воронових птахів на зимівлі у м. Києві коливалась від трьох до восьми, тоді як взимку 2020–2021 років залишилася лише одна. Ми припускаємо, що такі зміни можуть бути пов'язані зі зниженням чисельності грака на гніздуванні, а також зменшенням кількості птахів, які мігрують на зимівлю в Україну із північного сходу.

## Changes in the number and distribution of roosts of Corvids birds (genus *Corvus*) during 1977–2021 on their wintering in the city of Kyiv

<sup>1</sup>Shaida S. V., <sup>2</sup>Dupak V. S., <sup>1</sup>Martiusheva O. O., <sup>2</sup>Yanish Ye. Yu.

<sup>1</sup>Educational and Scientific Center “Institute of Biology and Medicine”  
of Taras Shevchenko National University of Kyiv

<sup>2</sup>I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine  
sshaida2000@gmail.com

**Key words:** gregarious corvids,  
Rook, Hooded crow, Jackdaw,  
roosting places.

The results of our long-term study of the dynamics of the corvids (genus *Corvus*) number on wintering grounds in Kyiv are presented. The research material includes own field data, as well as data from literary sources, and covers the period 1977–2021. The number of gregarious corvids during wintering in 2020–2021 fell to a historical minimum for all the years of research and amounted to about 90,000 birds. We could explain this catastrophic reduction by the decrease in the share of the rook (*Corvus frugilegus* L., 1758) in common wintering flocks of corvids by almost two times over the past 15 years: 70,200 birds in the winter of 2020–2021 compared to 137,300 birds during wintering in 2004–2005. At the same time, an increase in the number of the grey crow (*Corvus cornix* L., 1758) was noted during the last 40 years, while the number of the jackdaw (*Corvus monedula* L., 1758) did not change significantly. In previous years, the number of the roosting places of corvids during wintering in Kyiv ranged from three to eight, while in the winter of 2020–2021 only one remained. We assume that such changes may be associated with a decrease in the rook number at nesting sites, as well as a decrease in the number of corvids migrating to Ukraine in wintering areas from the northeast.

## Вступ

Через масовість та зграйний спосіб життя ворона сіра (*Corvus cornix* L., 1758), галка (*Corvus monedula* L., 1758) та грак (*Corvus frugilegus* L., 1758) є одними з найчисельніших птахів у містах України в зимовий період, у тому числі у м. Києві. Дослідження міжвидових ночівельних скупчень, характерних для зграйних воронових взимку, у Києві були започатковані С. О. Лопарьовим у 1970-х роках. Протягом останніх десятиліть місця ночівель, шляхи міграцій та чисельність птахів на зимівлі в місті постійно змінювались. Суттєвою зміною був розпад у 2001 році найбільшої київської ночівлі, що знаходилась на території Київського зоопарку. Птахи з неї перерозподілились та утворили абсолютно нові ночівлі<sup>1</sup>.

Зграйні воронові, утворюючи великі ночівельні скупчення та переміщуючись під час сезонних та добових міграцій<sup>2,1</sup>, можуть бути важливим епізотичним фактором<sup>3,4</sup>. Вони є переносниками низки інфекційних хвороб як вірусного, так і бактеріального походження, що може створювати загрозу, як у масштабах населених пунктів, так і країн<sup>5</sup>. Переміщення великих зграй птахів, у тому числі воронових, може становити загрозу для авіаперельотів<sup>5</sup>. Для воронових характерний високий ступінь екологічної пластичності, що виявляється в можливості швидко адаптуватись до змін умов середовища. Проявом цієї особливості є вседність даної групи птахів, що дозволяє їм харчуватись продуктами різноманітного походження. На сьогодні сміття є чи не найважливішим компонентом, що робить урбоценоз привабливим місцем для існування птахів протягом року, а в зимовий сезон є важливим джерелом їжі для міських угруповань воронових.

Масовість та екологічне значення цих видів пояснюють необхідність проведення довготривалих моніторингових досліджень формування колективних ночівель в умовах міста, особливо в зимовий період, коли вони мають найбільшу чисельність.

## Матеріали та методи досліджень

Польові дослідження проводили у різних районах м. Києва в осінньо-зимовий період з кінця листопаду до кінця лютого протягом щонайменше кількох годин світлового дня до заходу сонця та однієї години після повного заходу сонця, коли птахи вже остаточно залишались на місці ночівлі. Площа, охоплена дослідженнями взимку 2020-2021 рр., склала 848 км<sup>2</sup>. Отримані нами польові дані були доповнені вже опублікованими матеріалами (у тому числі власних досліджень, проведених у попередні роки). Це дозволило нам провести аналіз передночівельної активності зграйних воронових птахів, а саме вечірніх міграцій із місць годування на значній відстані (до 27 км) до ночівель, утворення проміжних та основних місць збору, а також розміщення

самих ночівель досліджуваних видів протягом 43 зимових сезонів (1977–2021 рр.).

Через специфіку добових переміщень зграйних воронових, а також досліджуваної території, польова робота була ускладненою різноманітними факторами. Поведінка птахів часто змінювалась разом із погодними умовами: швидкість та напрям вітру, опади, температура, тиск, а також довжина світлового дня – усе це безпосередньо впливає на формування місць збору та ночівель. Фактор турбування також істотно впливає на птахів: вони можуть бути налякані як випадковим шумом мотору автівки неподалік, так і спеціально використаною піротехнікою, що може призвести до переміщення ночівлі взагалі на нове місце, або на довгий час на запасне. Характерна для урболандшафту висотна вертикальна забудова, що в Києві активно розвивається, а також слабка видимість у сутінковий час, сильно перешкоджають відстежуванню переміщення птахів. Це змушує модифікувати методи дослідження відповідно до цих особливостей.

У дослідженні використовували такі стандартні методи орнітологічних досліджень, як картографічний та точковий, також метод «перехвату потоку» Лопарьова-Яніш та модифікована методика Лугового-Кумарі<sup>1,8</sup>.

«Потоком» вважають зграю птахів під час переміщення між місцями збору або до місця ночівлі, така зграя досить щільна, велика та витягнута вздовж маршруту польоту<sup>1</sup>. Метод «перехвату потоку» полягає в наступному: дослідник повинен, стоячи прямо під потоком, зафіксувати час, відмічати чисельність птахів, що летять, та максимально точно за допомогою компаса взяти азимут, таким чином відмічаючи напрям польоту. Звіряючись із картою, дослідник переміщується до місця, з якого найкраще буде спостерігати за рухом потоку, звідки можна засікати зміни напрямку руху птахів. Повторюючи ці дії можна виявити місце збору або ночівлі<sup>1</sup>.

Для підрахунку чисельності птахів на місцях ночівлі та збору використовували точковий метод та модифіковану методику Лугового-Кумарі<sup>7</sup>, за якою обліковці підраховують «потоки» птахів, які прямують до місця ночівлі. Також використовувався підрахунок птахів під час злякування, коли вся зграя птахів здіймалася в повітря. Під час дослідження на місцях збору та ночівлі знімали фото та відео для подальшого, більш точного підрахунку птахів у камеральних умовах.

Прогнозування місця розміщення ночівлі здійснювалося за висотою польоту потоку: висота польоту птахів до 50 м свідчить, що відстань перельоту близька 3 км, отже перевіряли в першу чергу об'єкти, що знаходяться на цій відстані; висота польоту біля 300 м свідчить, що відстань

до місця збору чи ночівлі складає не менше 7 км. Ділянки, які найкраще підходять для місць збору та ночівель: двори житлових кварталів, сквери, насадження вздовж доріг, парки тощо, перевіряли за світлої частини доби для виявлення слідів, що зазвичай залишаються після перебування великих зграй птахів (фекалії, пелетки, мертві птахи).

Підрахунок відсоткового складу різних видів воронних проводили вдень серед масових зграй у місцях харчування та на місцях передночівельного збору.

Попарне порівняння даних для встановлення достовірних відмінностей зміни частки різних видів птахів на зимівлях у різні роки здійснювалося за допомогою методу Хі-квадрат в програмі Past 4.10.

### Результати

Взимку 2020-2021 років у м. Київ нами виявлена лише одна ночівля «Зоопарк», яка протягом всієї зими знаходилася на території Київського зоопарку (рис. 1). Пагорб у північній частині

зоопарку був основним місцем ночівлі воронних у місті Київ, про що свідчать напрямки простежених нами передночівельних міграцій, а також виявлені мертві птахи та послід, що накопичувався протягом місяців на сніговому покриві. Ззовні стін зоопарку це місце непомітне, адже знаходиться в глибині його території; воно захищене від впливу автомобільного шуму київських доріг та турбування з боку людей, адже це закрита для нічного відвідування територія.

Чисельність воронних, що формували ночівлю «Зоопарк», була близько 90 000 особин. В кормових зграях на місцях збору кількісно переважали граки і становили орієнтовно 78,0 % ( $\approx 70\,200$  особин) від усіх птахів, ворона сіра складала 14,0 % ( $\approx 12\,600$  ос.) та найменша частка припадала на галку – біля 8,0 % ( $\approx 7\,200$  ос.).

Основними місцями збору птахів були парк Пушкіна, парк Київського політехнічного інституту та дерева біля входу до зоопарку (рис. 1). У різні дні спостерігали перельоти зграй ворон-



Рис. 1. Схема розташування ночівель, місць збору та шляхів добових міграцій зграйних воронних птахів на зимівлі 2020–2021 рр. у м. Київ: 1 – «Зоопарк»; 2 – парк Пушкіна; 3 – парк КПІ; 4 – «Академія»; 5 – «Червоний Корпус»; 6 – «Русанівська набережна»; А – місце ночівлі; В – місце основного вечірнього збору; С – місце попереднього вечірнього збору; D – шляхи добових міграцій.

вих між цими точками збору, інколи парки КПШ й Пушкіна «чергувалися» у якості вечірнього місця збору. Найбільшими місцями попереднього збору на правому березі Дніпра були порослі деревами схили за Національною академією образотворчого мистецтва та архітектури, тому це місце отримало умовну назву «Академія», та задній двір червоного корпусу Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка – «Червоний корпус».

Парк Київського політехнічного інституту переважно використовувався птахами, які підлітають з південної та західної частини міста. Потоки з півночі збиралися на «Академії», звідки летіли до входу в зоопарк. На місці збору «Русанівська набережна» зупинялася більшість птахів з усього лівобережжя Києва та міста Бровари, хоча частина птахів не зупинялася й летіла у бік зоопарку. Звідси вони перелітали до «Червоного корпусу» та будинків поряд, перед тим, як попрямувати до парку КПШ. Також відмічені потоки птахів із півдня міста, що летіли по вулиці Васильківській, далі над Московською площею, звідки через Байкове кладовище прямували до зоопарку.

### Обговорення

Співставлення створеної нами мапи розташування ночівель воронових взимку 2020–2021 рр. із даними минулорічних досліджень з літературних джерел вказують на суттєве зменшення кількості місць зимових ночівель. Ще у 1977–1986 рр. у м. Києві функціонували три ночівлі (рис. 2). Пізніше, взимку 2004–2005 рр., після розпаду ночівлі «Зоопарк», їх кількість зросла до дев'яти<sup>1</sup>. Зареєстровані в минулому та описані в літературі місця ночівель воронових птахів, а саме «Урочище Гончарі», «Воскресенка», «Нижній Тельбін», «Дарницька», та «Русанівська набережна»<sup>1</sup> ми ретельно обстежили, проте ночівельних скупчень на них не було виявлено. Передночівельна активність на інших, вказаних у літературі місцях, також помічена не була. Натомість «Русанівська набережна» цього року використовувалася як попереднє місце збору птахів, та була головним місцем вечірнього збору на лівому березі Дніпра.

Крім помітних змін у розподілі локалізацій ночівельних та передночівельних скупчень, також спостерігається суттєва зміна чисельності воронових птахів на зимівлі в м. Київ протягом останніх десятиліть (табл. 1).

Серед трьох видів птахів роду *Corvus* нарощення чисельності протягом обговорюваного періоду відбулося лише у ворони сірої. При цьому доведено достовірне збільшення частки ворони від загальної чисельності птахів на зимівлі: зимівля 2020–2021 р., порівняно із 1977–1980 рр. ( $\chi^2=4925.58$ ;  $df=1$ ;  $P<0,05$ ); у 2020–2021 р., порівняно із 2004–2005 ( $\chi^2 = 1836,2$ ;  $df = 1$ ;  $p<0,05$ ). Це пов'язано із загальними тенденціями виду до швидкої експансії урбанізованих територій протягом ХХ століття. У цей період відмічалось збільшення чисельності ворони у містах Європи: в Угорщині<sup>9</sup>, Фінляндії<sup>10</sup> та Норвегії<sup>11</sup>. Пік чисельності галки припадає на 2000-ні рр., з подальшим відновленням чисельності до вихідного рівня 1977–2000 рр. (табл. 1).

Найбільші зміни чисельності відбулися із зимовим угрупованням грака. Попередні дослідження вказують на стабільний рівень його кількості на зимівлі у м. Київ в період 1970-х – 2010-х рр.<sup>1</sup>. Але вже протягом останнього десятиліття скорочення зимового угруповання цього виду відбулося практично в 2 рази: близько 70 200 особин взимку 2020–2021 порівняно із 137 300 птахів на зимівлі у 2004–2005. Відповідно частка грака на ночівлях достовірно знизилась: зимівля 2020–2021 р., порівняно із 1977–1980 рр. ( $\chi^2 = 519,62$ ;  $df = 1$ ;  $P<0,05$ ); 2020–2021 р., порівняно із 2004–2005 ( $\chi^2 = 140,62$ ;  $df = 1$ ;  $p<0,05$ ). Подібні тенденції спостерігаються і в інших містах України: у Полтаві близько 80 тис. птахів на зимівлі 2015–2017 рр. та 50 тис. – в 2020–2021 рр.<sup>12</sup>, у м. Мелітополь – з 30 тис. у 2001–2010 рр. до 15 тис. у 2019 р.<sup>13</sup>.

Цікавим фактом є майже повна відсутність молодих граків на зимівлі у 2020–2021 рр., як на початку зимового періоду, так і під час піку чисельності міського угруповання воронових – середині лютого, яка у 2021 році характеризувалася найсуворішим за температурним режимом умовами. Для порівняння, у 2004–2005 роках частка молодих граків у зграях становила в середньому 4,8%<sup>1</sup>.

В основі скорочення зимового угруповання граків та кількості молодих птахів у цілому можуть лежати кілька причин:

- зменшення успішності гніздування граків у досліджуваному районі;
- скорочення кількості мігруючих із Поволжя,

Таблиця 1 – Кількісний та відсотковий склад воронових птахів роду *Corvus* на зимівлях у м. Київ (1977–2021 рр.)

	<i>Corvus cornix</i>	<i>Corvus monedula</i>	<i>Corvus frugilegus</i>	Total
1977-1980	5,0 % (7 500)	5,0 % (7 500)	90,0 % (135 000)	≈ 150 000
1996-2000	7,0 % (10 500)	4,0 % (6 000)	89,0 % (133 500)	≈ 150 000
2004-2005	8,0 % (13 100)	8,0 % (13 100)	84,0 % (137 300)	≈ 163 500
2020-2021	14,0 % (12 600)	8,0 % (7 200)	78,0 % (70 200)	≈ 90 000

Південного Приуралля та Північного Казахстану птахів<sup>14</sup>;

- надмірна міграція молоді місцевої гніздової популяції в південні області України або до країн Європи на зимівлю.

Скорочення успішності гніздування граків спостерігається як на території України<sup>15-18</sup>, так і за її межами<sup>19,20</sup>. Це найімовірніший фактор серед згаданих, який потребує проведення додаткових досліджень.

Дослідження за допомогою кільцювання граків, проведені в другій половині ХХ ст., показали, що народжені на території України птахи мігрували в південно-західному напрямку до країн Європи, а птахи з Поволжя, Південного Приуралля та Північного Казахстану переміщувалися на зимівлю в Україну<sup>2</sup>. Можна припустити скоро-

чення міграцій до нашого регіону з даних територій, що зумовлено покращенням умов зимівлі для птахів на територіях гніздування. Ймовірними причинами таких змін можуть бути як покращення кормової бази, так і загальне пом'якшення погодних умов на цих територіях у зимовий період 2020–2021 років.

Цікавим є й факт відновлення використання ночівлі «Зоопарк» через 18 років після її повного зникнення. Досі недостатньо зрозумілим є механізм та процес утворення ночівель: чому птахи обирають у різні роки одні й ті самі місця, яким чином птахи це узгоджують між собою, адже на одне й те ж місце (на ночівлю «Зоопарк») одночасно летіли птахи з усього міста, хоча вона протягом довгого періоду не використовувалася внаслідок підвищення рівня турбування з боку людини.

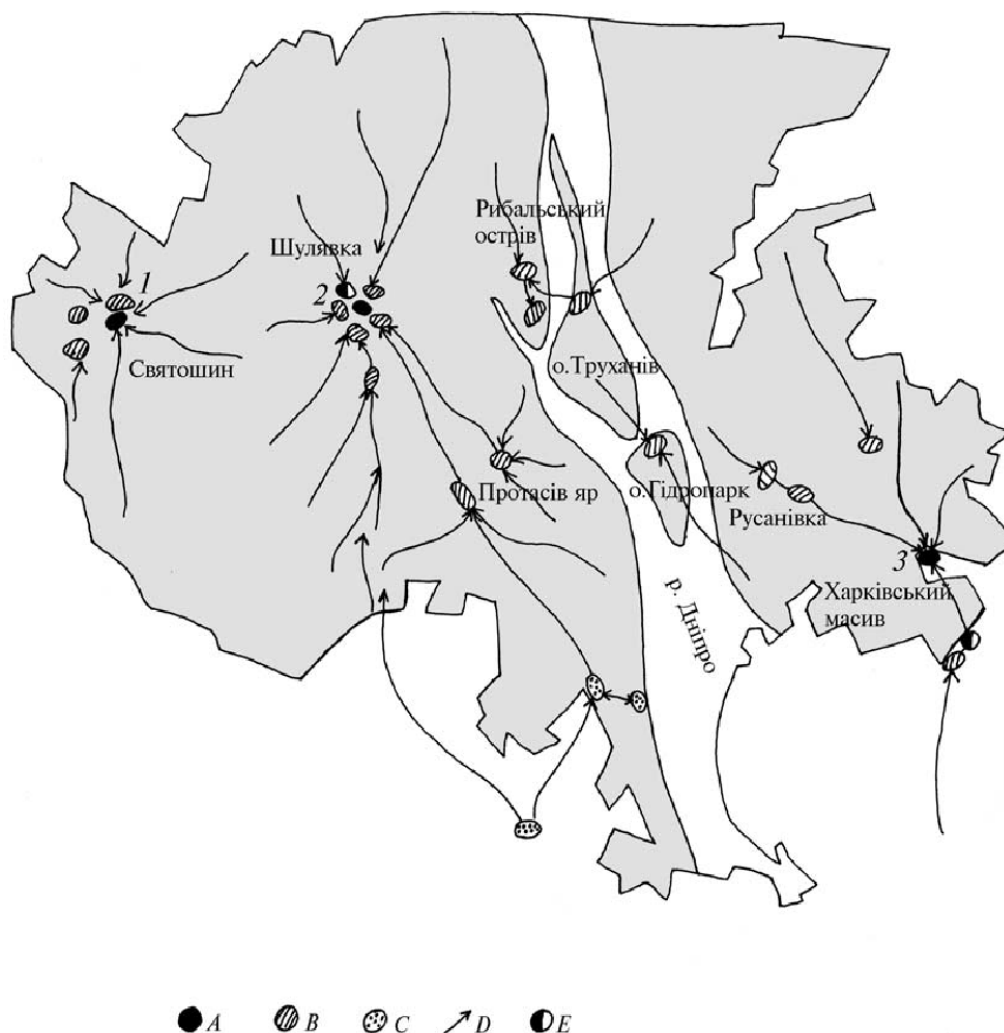


Рис. 2. Схема розташування ночівель, місць збору та шляхів добових міграцій зграйних вороних на зимівлі 1977–1986 рр. в м. Київ: 1 – ночівля «Святошин»; 2 – ночівля «Зоопарк»; 3 – ночівля «Червоний хутір»; А – місце ночівлі; В – місце основного вечірнього збору; С – місце попереднього вечірнього збору; D – шляхи добових міграцій; E – місце запасної ночівлі.

Для синхронного прильоту всіх птахів міста до цієї ночівлі необхідно, щоби їх вели птахи, які на ній уже бували, а отже їхній вік повинен бути щонайменше 19–20 років. Не виключена можливість незалежного повторного утворення цієї ночівлі птахами, але з урахуванням великої кількості місць у Києві, які підходять для ночівлі птахів, та які вони роками використовували, остання гіпотеза малоімовірна. Тож, останнє питання потребує окремого подальшого дослідження.

### Висновки

За 43 роки моніторингу зимових угруповань воронових роду *Corvus* у м. Києві відбулися наступні зміни в чисельності цих видів:

- поступове зростання чисельності ворони сірої:  $\approx 7500$  особин на зимівлях у період 1977–1980 рр. та  $\approx 12\,600$  протягом 2020–2021 рр.;
- чисельність галки за досліджуваний період практично не змінилася, проте пік росту угруповання цього виду спостерігали у 2000-х рр.;
- за останні 15 років відбулося катастрофічне зниження чисельності грака на зимівлі у місті

Київ (практично у 2 рази):  $\approx 70\,200$  особин взимку 2020–2021 р. порівняно із  $\approx 137\,300$  птахів на зимівлі у 2004–2005 р., а також зменшення частки молодих граків у зграях до майже повної їх відсутності.

Ймовірними причинами таких змін можуть виступати зменшення успішності гніздування граків у досліджуваному регіоні, надмірна міграція молодих птахів з України до країн Європи на зимівлю та скорочення осінньої міграції птахів із сусідніх країн.

На території міста відбувся суттєвий перерозподіл ночівельних локацій та, відповідно, напрямків добових міграцій. Єдиним місцем ночівлі воронових птахів у місті Київ взимку 2020–2021 рр. була ночівля «Зоопарк», що знаходиться на території Київського зоопарку. Ночівлю формували воронові птахи трьох видів загальною чисельністю  $\approx 90\,000$  особин. У спільних зграях найбільшу частку склали граки – 78,0 % ( $\approx 70\,200$  особин), на другому місці – ворони сірі 14,0 % ( $\approx 12\,600$  особин), на третьому – галки 8,0 % ( $\approx 7\,200$  особин).

### Література

- (1) Яніш, Є. Ю.; Лопарьов, С. О. Зимівля воронових птахів (*Corvidae*) на території Києва в сучасних умовах. *Вестник зоології* **2007**, 41 (2), с. 143–152.
- (2) Полуда, А. М.; Цуканова, С. В. Особенности пространственно-временного распределения грачей (*Corvus frugilegus*), связанных с территорией Украины. *Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции* **2012**, 15, с. 103–120.
- (3) Музика, Д. В.; Стегній, Б. Т. Дикі птахи, як один із головних факторів розповсюдження збудників інфекцій птиці, тварин і людей. *Ветеринарна медицина* **2012**, 96, с. 222–224.
- (4) Попельнюх, В. В.; Дупак, В. С. Шляхи та ймовірність захворювання на орнітоз у Полтаві. У *Здоров'я людини: теоретичні, практичні та методичні аспекти*, Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, Полтава, 2015; Гриньова, М. В., Ред.; Астрая: Полтава, 2015; с. 103–104.
- (5) Попельнюх, В. В.; Дупак, В. С. Вивченні міграцій та поведінки воронових роду *Corvus* з метою попередження спалахів епізоотичних та епідемічних ситуацій зоонозних хвороб людини і тварин в умовах міста. В *Актуальні питання медицини й біології*, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Полтава, 2017; Пилипенко, С. В., Ред.; Астрая: Полтава, 2017; с. 73–76.
- (6) Казак, В. Н.; Шевчук, Д. О.; Васильев, М. А. Разработка структурной схемы системы управления самолетом в условиях возникновения аварийной ситуации. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий* **2014**, 6 (2), с. 72.
- (7) Яніш, Є. Ю. Щільності популяцій воронових птахів на території Київської та Сумської областей у 2004–2006 рр. *Питання біоіндикації та екології* **2008**, 1 (13), с. 103–109.
- (8) Bibby, C. J.; Jones, M.; Marsden, S. *Bird surveys* [Online]; Expedition Advisory Centre: London, 1998. <https://www.ebcc.info/wp-content/uploads/2020/06/bibby-expedition-field-techniques.pdf> (дата звернення Лист 10, 2020).
- (9) Kövér, L., Juhász, L., & Gyüre, P. Nest-site preference of Hooded Crow (*Corvus cornix* L.) in Debrecen, Hungary. *Acta agrar. Debr.* **2011**, (44), pp 13–17. <https://doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/44/2599>
- (10) Vuorisalo, T., Andersson, H., Hugg, T., Lahtinen, R., Laaksonen, H., & Lehtonen, E. (). Urban development from an avian perspective: Causes of hooded crow (*Corvus corone cornix*) urbanisation in two Finnish cities. *Landsc Urban Plan.* **2003**, 62, pp. 69–87.
- (11) Munkejord, A., Hauge, F., Folkedal, S., & Kvinneland, A. Nest density, breeding habitat and reproductive output in a population of the Hooded Crow *Corvus corone cornix* on Karmoy, SW Norway. *Fauna Norv., Ser. C* **1985**, 8, pp. 1–8.
- (12) Дупак В. С. Зменшення чисельності зимових угруповань грака (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) в Україні на прикладі міста Полтава. У *Zoocenosis-2021: Біорізноманіття та роль тварин*



в екосистемах. Матеріали XI Міжнародної наукової конференції, Дніпро, Україна, 10-12 листопада 2021; Пахомов О. Є., ред.; Дніпро: Ліра, 2021; с. 52–53.

- (13) Кошелєв О.І., Кошелєв В.О., Копилова Т.В., Борисов В.В. Моніторинг воронових птахів у місті Мелітополі: гніздовий і зимовий аспекти. *Екологічні науки*, **2020**, 2(29), Т. 2, с. 31–39.
- (14) Полуда, А. М., Фесенко, Г. В. Грак *Corvus frugilegus*. Енциклопедія мігруючих видів диких тварин України / під загальною редакцією к.б.н., с.н.с. Полуди А. М. Київ, **2018**, с. 504–506.
- (15) Яніш Є. Ю. Сучасний стан популяції воронових птахів (родина *Corvidae*) на території лісостепової України: автореф. дис. канд. біол. наук, НАН України, Ін-т зоології ім. І. І. Шмальгаузена, Київ, 2011.
- (16) Лопарьов С., Яніш Є. Щільність популяцій воронових птахів (*Corvidae* L.) на території Поділля з 1970 по 2006 рр. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія* **2007**, 50 (2), с. 76–77.
- (17) Редінов К.О., Петрович З.О. Грак *Corvus frugilegus* L. у Миколаївській області. *Troglodytes. Праці ЗУОТ* **2011**, 2, с. 19–30.
- (18) Андрющенко Ю. А., Дядичева Е. А., Попенко В. М., Черничко Р. Н., Бусел В. А. Весенне-летнее население птиц Приазовской возвышенности. *Бранта* **2016**, 19, с. 7–30.
- (19) Orłowski, G. and A. Czapulak. Different Extinction Risks of the Breeding Colonies of Rooks *Corvus frugilegus* in Rural and Urban Areas of SW Poland. *Acta Ornithol.* **2016**, 42 (2), pp. 145–155.
- (20) Kuźniak S., Lorek G., Maćkowiak S., Kosicki J. Z. The rook *Corvus frugilegus* in the Leszno Province. In *Corvids of Poland*; Jerzak L., Kavanagh B. P., Tryjanowski P., Eds.; Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 2005; pp. 641–654.

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЗБІРНИКУ НАУКОВИХ ПРАЦЬ «ACTA BIOLOGICA UKRAINICA»

### ТИПИ СТАТЕЙ

- дослідницька стаття
- оглядова стаття
- коротке повідомлення

### РЕКОМЕНДАЦІ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

#### Дослідницька стаття

За структурою дослідницька стаття має відповідати міжнародному стандарту IMRAD та містити такі обов'язкові елементи: Вступ, Матеріали та методи, Результати, Обговорення, Висновки, Література. Обсяг основного тексту дослідницької статті від 11 до 60 тисяч знаків з пробілами (анотація, список використаних джерел, таблиці та підписи до рисунків не враховуються). Бібліографічний список за обсягом не має перевищувати 80 джерел.

**Назва статті.** Якомога коротша, але достатня для розуміння змісту роботи, скорочення - тільки загальноприйняті. Слід уникати беззмістовних слів таких як «вивчення», «дослідження», «спостереження», тощо. Якщо йдеться про сполуку, біологічний вид, тощо – вкажіть їх в назві, якщо про країну чи регіон – теж. У перекладі заголовків статей англійською не повинно бути жодних транслітерацій, окрім неперекладних назв власних імен, приладів та інших об'єктів, що мають власні назви; також не використовується неперекладний сленг. Це стосується також анотацій і ключових слів.

**Анотація.** Структурована за стандартом IMRAD, передає структуру статті, доповнює назву, якомога стисла, завершена, без аббревіатур, літературних посилань та ілюстраційних матеріалів. Обсяг української та англійської анотацій – 1800-2000 знаків (з пробілами) кожна.

**Ключові слова.** Не повторюють слова із назви, доповнюють та деталізують назву роботи; кількість ключових слів або словосполучень - 5-6.

**Вступ** висвітлює сучасний стан, та актуальність проблеми, показує місце дослідження в контексті відомого. Визначає важливість проблеми, новизну дослідження, наукову «прогалину», яку закриває представлене дослідження. У вступі слід визначити мету або робочі гіпотези (не більше трьох гіпотез на одну статтю). Вступ слід розпочати із загальної проблеми та перейти до вузької теми представленої в роботі. В останньому параграфі коротко описати що саме представлено в роботі, але не повторювати анотацію.

**Матеріал та методи** мають забезпечити відтворюваність експерименту та містити методи лабораторного експерименту або польового дослідження; обсяг використаних для аналізу даних (розмір вибірки); опис використаних статистичних процедур обробки даних із зазначенням спеціалізованих програм в яких виконано аналіз. Цей розділ має складатись з двох підрозділів, перший з яких описує зібраний матеріал або проведений експеримент, тоді як другий – методи аналізу. Перед вибором статистичної процедури аналізу даних рекомендовано перевіряти вибірки на підпорядкованість їх закону нормального розподілу.

Автори зобов'язані дотримуватись етичних норм при роботі з тваринами відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідницьких або інших наукових цілей від 18.03.1986 р. ([https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_137](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137)). Рецензенти звертатимуть увагу на дотримання авторами етичних норм при поводженні з тваринами, недотримання таких норм може бути підставою для відхилення рукопису.

**Результати** представляють лише опис та аналіз власних матеріалів, не змішані з дискусією, не містять посилань на літературу. Описуються лише основні результати (а не все що було зроблено), які відповідають меті дослідження або підтверджують/відхиляють робочу гіпотезу(и). Допускається використання не хронологічного, а логічного опису. Результати слід ілюструвати мінімально необхідними зведеними даними (вихідні дані або проміжні розрахунки можуть бути в додаткових матеріалах). Перед формуванням ілюстраційних матеріалів потрібно точно визначити, на яке з поставлених у роботі питань або гіпотез відповідатимуть та чи інша таблиця або рисунок. Надаються лише ті ілюстрації, що безпосередньо висвітлюють суть роботи. Таблиці не повинні дублювати вже наведені в тексті дані. Таблиці можуть бути також використані для синтезу не тільки числових, але й літературних даних.

**Обговорення** не повторює результатів, порівнює та обговорює отримані власні данні з літературними. Обговорення має бути стислим, максимально доводити правильність точки зору автора, узагальнюючи результати власних досліджень та дані інших авторів щодо підтвердження тієї чи іншої наукової гіпотези. Порядок викладення обговорення має йти від окремого до загального. Обговорення має відповідати меті або висунутим науковим гіпотезам, які окреслені у Вступі, а також не містити висновків, а лише підводити до них.

**Висновки** стисло характеризують основні результати описані в рукописі, без нумерації в довільній формі. Вони не містять текстових повторень, викладених у попередніх розділах роботи. Наприкінці цього розділу слід визначити перспективи подальших досліджень.

**Подяки** (за бажанням). Автор може висловити подяку допоміжному персоналу, студентам, своїм колега, всім тим, хто допомагав при зборі польових або експериментальних даних, надавав корисні поради, тощо, але не приймав активної участі у підготовці рукопису. У цьому розділі також надається інформація про джерела підтримки проведеного дослідження.

**Внесок авторів** (за бажанням). Надається опис внеску кожного співавтора у статтю.

### **Оглядова стаття**

Оглядова стаття повинна мати обсяг основного тексту від 11 до 60 тисяч знаків з пробілами (анотація, список використаних джерел, таблиці та підписи до рисунків не враховуються). Бібліографічний список не має перевищувати 150 джерел, але й не може бути менше 60. Рукопис має містити такі структурні елементи: **вступ** з окресленням проблеми та описом останніх подій/досліджень, що визначає актуальність та **мету** наведеного огляду; стислі **інформативно пов'язані між собою розділи** із заголовками, що мають представляти осмислений автором(ами) синтез літератури та власних ідей; критичний аналіз опублікованих раніше праць за цією тематикою, із визначенням не вирішених проблем та питань; **висновки** з проведеного огляду і **перспективи подальших досліджень**. Оглядова стаття має містити **текстові бокси, рисунки або таблиці** з метою викладення основних концепцій або ідей роботи, огляду тематичних досліджень, деталізації підходів та методик. Анотації українською та англійською мовами структуровані та відповідають змісту рукопису, обсягом 1800-2000 знаків кожна.

### **Коротке повідомлення**

У вигляді короткого повідомлення може бути опубліковано перші географічні знахідки видів; опис оригінальної методики, що не планується до патентування; констатація важливих, виняткових, неочікуваних випадків експериментальних досліджень.

Коротке повідомлення неструктуроване на розділи, але має містити основні елементи дослідницької статті (Вступ, Матеріали та методи, Результати, Обговорення, Висновки). Обсяг основного тексту до 10 тисяч знаків з пробілами (анотація, список використаних джерел, таблиці та підписи до рисунків не враховуються). Методологія має бути короткою, але достатньою для відтворення. Анотація подається лише англійською мовою обсягом 1800-2000 знаків, структурована та відповідає змісту повідомлення. Ключові слова - англійською мовою, кількістю 5-6 слів або словосполучень. Ілюстраційний матеріал у кількості не більше трьох елементів (таблиць, рисунків, текстових боксів). Бібліографічний список не більше 20 літературних джерел. **У одному номері публікується не більше трьох коротких повідомлень.**

### **Загальні рекомендації до статей**

Виклад матеріалу рукопису має бути послідовним, логічно завершеним, із чіткими формулюваннями, що виключають подвійне тлумачення або неправильне розуміння інформації; мова тексту має відповідати літературним нормам, бути професійною і лаконічною. Автор зобов'язаний забезпечити високий науковий рівень викладеного матеріалу, повноту і системність висвітлення питання, достовірність результатів і даних, що наводяться, правильність цитування та посилань на літературні джерела. Бібліографічні посилання наводяться мовою оригіналу.

### **ОФОРМЛЕННЯ РУКОПISУ**

Для рукопису використовується формат А4 з полями по 2 см з усіх боків. Нумеруються сторінки та рядки (для полегшення процесу рецензування). Використовується шрифт Times New Roman, 14 пт, полуторний інтервал між рядками. Заголовок статті та структурні елементи рукопису розміщуються по центру, напівжирним, усі рядкові.

Перед заголовком у лівому куті розміщується УДК.

Після заголовку у наступних рядках, по центру:

- ПІБ автора(ів);
- установа;
- адреса установи (поштовий індекс, вулиця, місто, країна);
- електронна адреса автора;
- анотації 1800 знаків;
- ключові слова (*курсивом*).

Після анотацій з ключовими словами з абзацу викладається основний текст статті

Якщо стаття подається **українською мовою**, першою розміщується україномовна анотація з ключовими словами. Другою анотацією є англomовна анотація, перед якою вказується назва статті, прізвища та ініціали авторів, повна адреса та назва установи. Наприкінці анотації ключові слова англійською мовою.

Якщо стаття подається **англійською мовою**, першою надається англomовна анотація з ключовими словами. Другою анотація українською мовою з ключовими словами, перед якою вказується назва статті, прізвища та ініціали авторів, повна адреса та назва установи.

Анотації, ключові слова, основний текст статті, перелік літературних джерел мовою оригіналу вирівнюються по ширині.

#### **При оформленні статті не припускається:**

- підкреслювати заголовки, підписи і надписи;
- переносити слова в тексті статті;
- використовувати виноски.

#### **ВИМОГИ ДО ІЛЮСТРАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Рисунки** мають бути оригінальними, підписаними та послідовно пронумерованими арабськими цифрами: Рис. 1, Рис. 2. Номер рисунка та підпис розташовуються безпосередньо під рисунком. Ілюстрації мають бути підготовані та масштабовані так, щоб розміри букв тексту на ілюстраціях не перевищували розмір букв основного тексту статті більш ніж на 50%.

**Таблиці** повинні мати назву та бути послідовно пронумеровані арабськими цифрами: Таблиця 1, Таблиця 2. Номер та назва таблиці розташовуються безпосередньо над таблицями.

**Текстові бокси** призначені для пояснення основних понять, концепцій або ідей роботи, огляду тематичних досліджень, деталізації підходів та методик. Бокси повинні мати коротку назву (не більше 8 слів) та бути послідовно пронумеровані арабськими цифрами: Бокс 1, Бокс 2. Номер та назва текстового боксу розташовуються безпосередньо над ним. Бокси можуть містити невеличкі рисунки та таблиці, що позначаються римськими цифрами (наприклад Рис. I, Рис. II; Таблиця I, Таблиця II). Нумерація літератури наскрізна з урахуванням тексту та боксів. Обсяг тексту не більше 300 слів на бокс.

**Всі ілюстраційні матеріали** (рисунки, таблиці, текстові бокси) розміщуються в тексті рукопису після першого їх згадування.

**Літературні джерела** послідовно нумеруються арабськими цифрами в порядку появи в тексті статті і зазначаються верхнім регістром, вказуючи порядковий номер джерела (наприклад «...за загально-прийнятими методиками<sup>3-5</sup>...» або «...за Івановим<sup>6</sup>...»). Перелік літературних джерел мовою оригіналу подається в порядку їх нумерації після основного тексту статті з підзаголовком: «**Література**». Список літератури оформлюється відповідно до міжнародного стилю Американського хімічного товариства (ACS STYLE) рекомендованого Наказом МОН України №40 від 12.01.2017. Опис бібліографічного стилю наведено в методичних рекомендаціях Української бібліотечної асоціації (Боженко, О.; Корян, Ю.; Федорець, М. *Міжнародні правила цитування та посилання в наукових роботах: методичні рекомендації*; Українська бібліотечна асоціація: Київ, 2016.). Звертаємо вашу увагу, що у відповідності до ACS стилю бібліографічні посилання мають наводитись із зазначенням DOI. При оформленні бібліографії рекомендовано використовувати **бібліографічні менеджери**, такі як Mendeley (<https://www.mendeley.com>), EndNote, тощо.

**Рукописи та супровідні документи приймає редакційна колегія в електронному вигляді** (електронна пошта: [editor@biology.journals.fznu.zp.ua](mailto:editor@biology.journals.fznu.zp.ua))

#### **Перелік обов'язкових документів:**

**1) Рукопис**, що включає УДК, назву рукопису, ПІБ автора/ів, назву установи, електронну адресу автора відповідального за кореспонденцію, анотації (українську та англійську), основний текст роботи з ілюстраційними матеріалами, подяки (за необхідності), бібліографію (у форматі doc, docx) надсилається електронною поштою. Назва файлу повинна містити транслітероване прізвище першого автора: (приклад назви файлу: `Ivanov_manuscript.doc, docx`);

**2) Допоміжні матеріали** (за бажанням автора) з додатковими таблицями, рисунками, схемами, тощо (приклад назви файлу: `Ivanov_suppl.pdf`) для публікації електронного варіанту разом із статтею.

**3) Лист** на ім'я головного редактора (приклад назви файлу: `Ivanov_letter.doc, docx`) з такою інформацією: – **відомості про автора** відповідального за кореспонденцію, що містить таку інформацію: прізвище,

ім'я, по батькові (повністю); місце роботи або навчання; електронна адреса для листування; номер мобільного телефону;

– **декларацію автора** про таке:

– він є автором (співавтором) рукопису;

– прізвища всіх співавторів наведені в рукописі, і жодна особа, яка не є співавтором, до них не віднесена;

– усі співавтори ознайомилися з остаточним варіантом наукової роботи та дали свою згоду на її публікацію;

– авторські права цього рукопису не передані іншому видавцю;

– цей рукопис не був раніше опублікований і не буде опублікований у будь-якому іншому виданні;

– він не порушив права інтелектуальної власності інших осіб.

– **Відомості про трьох потенційних рецензентів** (прізвище, місце роботи, електронна пошта, контактний номер телефону) які мають бути з іншої установи ніж тієї де працюють автори, що подали роботу та мають задовольняти вимоги підпункту 6 пункту 6 Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, а саме здійснювати дослідження за спеціальністю і мати за останні три роки не менше однієї публікації у виданнях, включених до Переліку, або закордонних виданнях, включених до Web of Science Core Collection та/або Scopus. З метою уникнення конфлікту інтересів автори, за бажанням, можуть надавати **прізвища небажаних рецензентів**, що враховується редколегією при виборі рецензентів. Якщо статтю подає один із членів редколегії, то список потенційних рецензентів повинен включати щонайменше 4-х фахівців.

– **Відомості про науковий напрям**, за яким подається рукопис відповідно до наведеного вище переліку.

**Адреса та контактні дані:**

Редакція журналу «Acta Biologica Ukrainica»,

вул. Жуковського, 66, корп. III, ауд. 308, Запоріжжя, Україна, 69600

**Телефон:** +38 066 53 57 687

**Електронна пошта:** editor@biology.journalsofznu.zp.ua

**Офіційний сайт:** www.journalsofznu.zp.ua/index.php/biology

Науковий журнал

## **Acta Biologica Ukrainica**

№ 1, 2022

Комп'ютерна верстка – Н.С. Кузнєцова  
Коректура – В.В. Ізак

Підписано до друку: 27.06.2022.  
Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 6,51.  
Замов. № 0922/358. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
665101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1  
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: [mailbox@helvetica.com.ua](mailto:mailbox@helvetica.com.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.