

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Odesa National University Herald

•

Вестник Одесского
национального университета

•

ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Серія: *Біологія*

Науковий журнал
Виходить 2 рази на рік
Серія заснована у липні 2007 р.

Том 27, випуск 1(50) 2022

Одеса
ОНУ
2022

Засновник та видавець:

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Редакційна рада журналу:

В. І. Труба, д-р. юр. наук (голова ред. ради); В. О. Іваниця, д-р біол. наук (заступник голови ред. ради); С. М. Андрієвський, д-р фіз.-мат. наук; В. В. Глебов, канд. іст. наук; Л. М. Голубенко, канд. філол. наук; Л. М. Дунаєва, д-р політ. наук; В. В. Заморов, канд. біол. наук; О. В. Запорожченко, канд. біол. наук; О. А. Іванова, д-р наук із соц. комунікацій; В. С. Крутлов, канд. фіз.-мат. наук; В. Г. Кушнір, д-р іст. наук; В. В. Менчук, канд. хім. наук; М. О. Подрезова, директор Наукової бібліотеки; Н. М. Крючкова, канд. екон. наук; Л. М. Токарчук, канд. юр. наук; М. І. Ніколаєва, канд. політ. наук; В. В. Яворська, д-р геогр. наук; Н. В. Кондратенко, д-р філол. наук.

Редакційна колегія журналу:

А. Бьорнер, д.б.н., професор (Німеччина); С. Верба, к.б.н., (Польща); В. В. Заморов, к.б.н., доцент (Україна); В. О. Іваниця, д.б.н., професор (Україна); К. Ковальчик, д.б.н., професор (Польща); С. Н. Оленін, професор (Литва); С. А. Петров, д.б.н., професор (Україна); М. Ю. Русакова, к.б.н., доцент (Україна); З. Селка, к.б.н., (Польща); В. А. Трач, к.б.н., доцент (Україна); Г. Федак, професор (Канада); П. М. Царенко, д.б.н., професор, член-кор. НАНУ (Україна); С. В. Чеботар, д.б.н., член-кор. НААНУ (Україна) – *науковий редактор*; Т. Г. Алексєєва, к.б.н., доцент (Україна) – *відповідальний секретар*; Г. В. Майкова, к.б.н., доцент (Україна) – *відповідальний секретар*.

«Вісник Одеського національного університету. Біологія»
входить о Переліку наукових фахових видань України (категорія "Б")
Затверджено наказом МОН України № 1301 від 15.10.2019 р.

Українською та англійською мовами

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу інформації
Серія КВ № 11455-328Р від 7.07.2006 р.

Затверджено до друку Вченою радою
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Адреса редакції: 65082, м. Одеса, вул. Дворянська, 2
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
Тел: (+380-48) 68-79-32
E-mail:gerald.biology.onu@gmail.com

ЗМІСТ

БОТАНІКА І ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

- Белик Ю. В., Савосько В. М., Лихолат Ю. В.
ЕКОЛОГІЧНА ОБУМОВЛЕНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЖИТТЄВОСТІ ТА
ДЕНДРОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕНДРОФІТОЦЕНОЗІВ ПРИРОДНО
ПОШИРЕНИХ НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗАЛІЗОРУДНОГО ВІДВАЛУ 7
- Герасимюк В. П., Герасимюк Н. В.
ФЛОРА АЕРОПОРТІВСЬКОГО ЛІСОПАРКУ МІСТА ОДЕСА..... 24
- Пристапа Б. В., Богату С. І., Рожковський Я. В.
ФАРМАКОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ
РОСЛИН РОДУ *DAUCUS* (ОГЛЯД) 37

БІОЛОГІЯ І ІСТОРІЯ

- С. В. Межжерін
ОЛЬВІЙСЬКІ ПРОТОМОНЕТИ-ДЕЛЬФІНЧИКИ:
АКУЛИ, ОСЕТРИ ЧИ ДЕЛЬФІНИ?..... 53

ГЕНЕТИКА І МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

- Т. Г. Алексєєва, В. А. Топтіков, О. Л. Січняк
РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У ФУНКЦІОНУВАННІ
МЕХАНІЗМІВ СТАРІННЯ НА ПРИКЛАДІ ЯЧМЕНЮ 73

ЗООЛОГІЯ

- Жиліна Т. М., Шевченко В. Л.
ТРОФІЧНА РІЗНОМАНІТНІСТЬ УГРУПОВАНЬ ПІДСТИЛКОВИХ НЕМАТОД
ЛІСІВ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ 91

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

- Макаренко О. А., Карабаджак Л. І., Кіка В. В.
ВИТРИВАЛІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ІНТОКСИКАЦІЇ ГОЛОВНОГО
МОЗКУ ЩУРІВ НА ТЛІ ХРОНІЧНОГО ВВЕДЕННЯ ЕТАНОЛУ 107
- Макаренко О. А., Могилевська Т. В., Борисенко Л. М.
ГЕПАТОПРОТЕКТОРНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСУ МІНЕРОЛ І ЛЕКВІН
У ЩУРІВ З ХРОНІЧНИМ ХОЛЕСТАЗОМ 115

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

- Бондаренко О. Ю., Миронов С. Л.
CENCHRUS LONGISPINUS (HACK.) FERNALD НА АНТРОПОГЕННО
ПЕРЕТВОРЕНИХ ДІЛЯНКАХ ДНІСТРОВСЬКОГО ПЕРЕСИПУ 127
- Ткаченко Ф. П., Касьянов Є. О.
CERATORHYLLUM TANAITICUM (CERATORHYLLACEAE) В ОЗЕРАХ
КІНБУРНСЬКОЇ КОСИ (НПП «БІЛОБЕРЕЖЖЯ СВЯТОСЛАВА»)..... 137

CONTENTS

BOTANY AND PLANT PHYSIOLOGY

- Belik U. V., Savosko V. M., Lykholat U. V.**
THE ECOLOGICAL CONDITIONALITY OF TREE VITALITY INDICATORS
AND DENDROMETRIC PARAMETERS OF THE WOODY PLANTS COMMUNITY
GROWING NATURALLY ON THE DEVASTATED LANDS IN IRON WASTE
ROCK DUMP 7
- Gerasimiuk V. P., Gerasimiuk N. V.**
FLORA OF ODESA AIRPORT FOREST PARK 24
- Prystupa B. V., Bogatu S. I., Rozhkovsky Ya. V.**
PHARMACOCHEMICAL ANALYSIS AND MEDICAL USE OF PLANTS
OF THE GENUS DAUCUS (REVIEW) 37

BIOLOGY AND HISTORY

- Mezhzherin S. V.**
OLBIAN DOLPHIN PROTO-COINS: STURGEONS, SHARKS OR DOLPHINS? 53

GENETICS AND MOLECULAR BIOLOGY

- Aliexsieieva T. G., Toptikov V. A., Sechniak O. L.**
ROLE OF THE ANTIOXIDANT IN FUNCTIONING OF THE AGING MECHANISMS
ON THE EXAMPLE OF BARLEY 73

ZOOLOGIA

- Zhylina T. M., Shevchenko V. L.**
TROPHIC DIVERSITY OF LITTER NEMATODE COMMUNITIES OF FORESTS
IN THE MEZIN NATIONAL NATURE PARK 91

PHYSIOLOGY HUMAN AND ANIMALS

- Makarenko O. A., Karabadzhak L. I., Kika V. V.**
ENDURANCE AND INDICATORS OF INTOXICATION OF THE BRAIN OF RATS
AFTER CHRONNIC ADMINISTRATION OF ETANOL 107
- Makarenko O. A., Mogilevska T. V., Borisenko L. N.**
HEPATOPROTECTIVE EFFICACY OF THE MINEROL AND LEQUIN COMPLEX
IN RATS WITH CHRONIC CHOLESTASIS 115

SHORT ARTICLE

- Bondarenko O. Yu., Myronov S. L.**
CENCHRUS LONGISPINUS (HACK.) FERNALD ON ANTHROPOGENICLY
TRANSFORMED AREAS OF THE DNIESTER DISTRICT 127
- Tkachenko F. P., Kasianov E. O.**
CERATOPHYLLUM TANAITICUM (*CERATOPHYLLACEAE*) IN LAKES
OF KINBURN PENINSULA (NNP “BILOBEREZHCHIA SVIATOSLAVA” 137

БОТАНІКА І ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259959](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259959)

УДК 581.55+622.271.45+519.233.5 (477.63)

Ю. В. Бєлик¹, аспірант

В. М. Савосько², к. б. н., доцент

Ю. В. Лихолат¹, д. б. н., професор, завідувач кафедрою інтродукції та фізіології рослин

¹ Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, кафедра інтродукції та фізіології рослин, пр. Гагаріна 72, м. Дніпро, 49000, Україна, e-mail: belik.uliya@gmail.com, lykholat2006@ukr.net

² Криворізький державний педагогічний університет, кафедра ботаніки та екології, пр. Гагаріна 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна, e-mail: savosko1970@gmail.com

ЕКОЛОГІЧНА ОБУМОВЛЕНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЖИТТЄВОСТІ ТА ДЕНДРОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕНДРОФІТОЦЕНОЗІВ ПРИРОДНО ПОШИРЕНИХ НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗАЛІЗОРУДНОГО ВІДВАЛУ

Показано, що деревні види рослин на теренах відвалу перебувають в стресовому стані, і тому втрачають стійкість та фітомеліоративну ефективність внаслідок постійного впливу несприятливих екологічних чинників. Встановлено, що таксономічна структура, життєвість та дендрометричні параметри дендрофітоценозів мають чітку екологічну детермінованість. Найбільш істотні кореляційні зв'язки спостерігалися між вмістом Pb, Zn, Cd, Fe в ґрунтах відвалу, а також тривалістю формування рослинного покриву й додатковим зволоженням ґрунту та показниками стану дендрофітоценозів.

Ключові слова: дендрофітоценоз; девастровані землі; залізорудний відвал; кореляційний аналіз; Криворіжжя.

В наш час в Україні та у Світі девастровані землі (відвали, кар'єри, промислові майданчики, хвостові і шламосховища) є надпотужним джерелом негативного впливу на стан довкілля промислових регіонів. Зокрема це: (i) забруднення повітря, ґрунту, поверхневих й підземних вод; (ii) поширення агресивних інвазивних видів рослин; (iii) зменшення біорізноманіття; (iv) деградація екосистем та втрата екосистемних послуг; (v) істотне зниження якості життя людини [8, 20, 22, 43]. Також слід наголосити, що площі таких земель постійно збільшуються і сягають вражаючих значень: у Світі біля 1,5 млн. га, в Україні – 500 тис. га, в Дніпропетровській області – 60 тис. га, в тому числі у Криворізькому гірничо-металургійному регіоні – 30 тис. га [1, 14, 16, 20, 34].

Ось чому так актуальна оптимізація девастрованих земель, насамперед, шляхом створення на їх території дендрофітоценозів [8, 19, 26, 29, 30, 39]. На думку провідних експертів, саме деревні рослинні угруповання, навіть за умов

зміни клімату, характеризуються стійкістю до зовнішніх чинників, мають позитивні багатофункціональні властивості, тому істотним чином оздоровлюють навколишнє середовище промислових регіонів [7, 11, 13, 21]. Проте екологічні умови дегазованих земель є дуже складними й несприятливими для росту і розвитку дерев та чагарників [21, 22, 28, 41]. Однак незважаючи на це, на їх теренах спостерігається самовідновлення рослинного покриву, в тому числі за активної участі деревних видів рослин [27, 28, 44, 46]. При цьому на окремих ділянках деревні рослини сягають генеративного віку та виявляють здатність до насиненого розмноження [7, 11, 13, 20]. У зв'язку з цим, дуже важливим та перспективним є з'ясування екологічних закономірностей поширення деревних видів рослин на дегазованих землях.

Мета роботи – з позицій екосистемного підходу проаналізувати екологічну обумовленість показників сучасного стану (таксономічна структура, життєвість та дендрометричні параметри) дендрофітоценозів, природно поширених на дегазованих землях залізорудного відвалу.

Матеріали та методи досліджень

Матеріалами роботи слугували результати власних досліджень, які виконували упродовж 2017–2021 рр. на території дегазованих земель Петровського залізорудного відвалу (Криворізький гірничо-металургійний регіон, Дніпропетровська обл., Україна).

Петровський відвал розташований в центральній частині Криворіжжя. Його відсіпка розпочалася наприкінці 50-х рр. та була завершена у середині 60-х рр. ХХ ст. У відвалі заскладовано понад 5,8 млн. м³ гірських порід: глини та суглинків, сланців та некондиційних кварцитів. Його параметри: довжина – 425 м, ширина – 375 м, висота – 48 м, площа – 15,94 га. Наразі не проведена рекультивація земель цього відвалу, а на його теренах відбувається відновлення рослинного покриву та ініціальне ґрунтоутворення [3, 14, 25].

За результатами наших попередніх досліджень, на дегазованих землях Петровського відвалу природно зростають 33 види дерев і чагарників, які належать до 26 родів та 15 родин. Серед них алохтонні види (59,4%), порівняно з автохтонними (40,6%), мають незначну перевагу. Провідними родинami визнані: розові (*Rosaceae* Juss.), вербові (*Salicaceae* Mirb.), кленові (*Aceraceae* Juss.), а також в'язові (*Ulmaceae* Mirb.) [3]. Також нами встановлено, що в ґрунтах відвалу та в листках дерев виявлена нестача біофільних елементів (фосфору і калію) та надмірний вміст важких металів (заліза, марганцю, плумбуму і кадмію) [25, 40].

Маршрутно-рекогносцирувальним методом обстежено всю територію Петровського відвалу та закладено п'ять моніторингових ділянок (мінімальний розмір 150 м * 150 м), які мали чітку впорядкованість за тривалістю сукцесії деревної рослинності. Надалі в їх межах на площинах з максимальною контр-

астністю екологічних умов й густотою природних деревостанів долатково закладено п'ять дослідних ділянок (розміром 40 м * 50 м). Контрольні ділянки розташовані у природних угрупованнях Гурівського лісу (Долинський р-н, Кіровоградська обл.), які віддалені на 30 км від промислових підприємств.

На дослідних ділянках для кожного екземпляра деревної рослини з діаметром стовбуру понад 5 см: (i) встановлювали попередню видову приналежність, (ii) вимірювали висоту і діаметр стовбура [6, 45], (iii) визначали життєвість [2]. В камеральних умовах: (i) уточнювали видову назву дерев і чагарників [9], (ii) обчислювали абсолютні і відносні дендрометричні параметри [6, 45], (iii) розраховували показники життєвості деревостану [2]. Номенклатуру таксонів та їхню систематичну упорядкованість надано за С.Л. Мосякіним та М.М. Федорчуком [38]. Отримані результати опрацьовували математично з використанням методів і алгоритмів варіаційної та кореляційної статистик на 95% рівні значущості [15, 36].

Результати дослідження та їх обговорення

Ботаніко-екологічна характеристика дендрофітоценозів. В межах дослідних ділянок у складі дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях Петровського залізорудного відвалу, виявлено 22 види дерев та чагарників, які належать до 14 родів та 12 родин. При цьому, алохтонні види (63,6%), порівняно з автохтонними (36,4%), мають певну перевагу. Провідними родинами є вербові (*Salicaceae* Mirb.), кленові (*Aceraceae* Juss.) та в'язові (*Ulmaceae* Mirb.). Загальна флористична пропорція представлена співвідношенням 1:1, 1:1,7; родовий коефіцієнт – 1:1,4. Тобто, середня кількість родів у родині становить 1,1, видів у родині – 1,7, а у роді – 1,4. Такі невисокі значення вказують на значну кількість одновидових родів та розрізнений видовий склад рослинності [18, 24, 37]. Тобто, ці ділянки заселені деревами, які відносяться до родів, у складі яких переважно є лише один вид.

В умовах Петровського відвалу показники життєвості дендрофітоценозів флюктували від 55 умовних балів (у.б.) до 78 у.б. та в середньому становили 71 у.б. За таких чисельних значень життєвість деревостанів оцінено як «Ослаблена» [2]. При цьому найнижчі рівні життєвості характерні для крони (67–73 у.б.) та листя (64–75 у.б.), а найвищі – для гілок (64–78 у.б.). Стан компонентів рослин також є «Ослабленим». Доцільно зазначити, що рівні життєвості дендрофітоценозів на залізорудному відвалі були на 19–22% ($P < 0,05$) нижчі за контроль (природні угруповання заплавної лісу [20]).

Деревостани на девастрованих землях Петровського відвалу характеризуються наступними абсолютними дендрометричними параметрами: густина насаджень 170–270 шт/га, середня висота насаджень 3,5–6,3 м, середній діаметр стовбуру 6,5–12,5 см, запас стовбурної деревини 4,7–15,8 м³/га та сума поперечних перерізів 1,25–3,35 м³/га. Такі показники в 3,4–36,9 разів нижчі

за контроль ($P < 0,05$). Відносні дендрометричні параметри деревостанів сягали значень: висота насаджень $0,075\text{--}0,095 \text{ м} \cdot \text{рік}^{-1}$, діаметр стовбуру $0,145\text{--}0,255 \text{ см} \cdot \text{рік}^{-1}$, запас стовбурної деревини $0,105\text{--}0,275 \text{ м}^3/\text{га} \cdot \text{рік}^{-1}$ та сума поперечних перерізів $0,025\text{--}0,070 \text{ м}^3/\text{га} \cdot \text{рік}^{-1}$. Ці показники в $1,3\text{--}39,8$ разів нижчі за контроль.

Кореляційні залежності. Між вмістом важких металів у ґрунтах дегазованих земель Петровського відвалу та таксономічними характеристиками дендрофітоценозів достовірні 15 коефіцієнтів кореляції Пірсона – $45,5\%$ за 33 теоретично можливих (табл. 1).

Аналіз результатів статистичних розрахунків свідчить, що у 5 випадках математичні знаки коефіцієнтів кореляції вказують на прямий зв'язок ($r > 0$), тобто у разі зростання концентрацій металів у ґрунтах відбувалось збільшення кількості таксонів. Для 14 інших випадків, навпаки, простежувався зворотній кореляційний зв'язок ($r < 0$). Слід зазначити, що у всіх випадках наявний лише слабкий зв'язок ($0,2 < |r| < 0,5$). За вектором зменшення кількості випадків і силою кореляційного зв'язку показники упорядковувались у наступні ряди: (i) вміст важких металів – $\text{Zn} > \text{Co} > (\text{Cu} > \text{Fe}) > (\text{As} > \text{Mo}) > \text{Cd} > \text{Cr} > (\text{Mn} > \text{Pb} > \text{Sn})$; (ii) таксономічні характеристики – кількість видів $>$ кількість родин $>$ кількість родів.

Встановлено, що існує достовірний кореляційний зв'язок між вмістом важких металів в ініціальних ґрунтах дегазованих земель Петровського відвалу та показниками життєвості деревних видів рослин (табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції Пірсона залежностей характеристик дендрофітоценозів від вмісту важких металів у ґрунтах дегазованих земель залізрудного відвалу

Вміст важких металів в ґрунтах	Характеристики дендрофітоценозів						
	Кількість			Життєвість			
	Видів	Родів	Родин	Крони	Листя	Гілок	Рослини
As	-0,002	-0,281*	-0,380*	0,512*	-0,191	-0,607*	0,090
Cd	-0,500*	-0,177	-0,167	-0,924*	-0,490*	-0,360*	-0,614*
Co	0,408*	0,340*	0,153	0,193	-0,516*	-0,320*	-0,279*
Cr	0,276*	0,173	-0,022	0,181	-0,601*	-0,432*	-0,357*
Cu	0,009	-0,311*	-0,411*	0,581*	-0,166	-0,466*	0,081
Fe	0,474*	0,198	0,253*	0,912*	0,744*	0,337*	0,862*
Mn	-0,029	0,001	0,027	-0,144	0,012	0,618*	-0,219*
Mo	-0,033	-0,290*	-0,362*	0,485*	-0,101	-0,598*	0,164
Pb	-0,185	-0,007	-0,149	-0,616*	-0,865*	-0,508*	-0,815*
Sn	0,093	0,158	0,089	-0,056	-0,239*	-0,724*	0,014
Zn	-0,451*	-0,217*	-0,317*	-0,835*	-0,877*	-0,596*	-0,890*

Примітка: «*» – коефіцієнти кореляції Пірсона достовірні на рівні значущості $P < 0,05$.

За 44 теоретично можливих статистично значущими були 18 (або 72,7%) коефіцієнтів кореляції Пірсона між вмістом металів в ґрунтах та показниками життєвості деревних видів рослин. У 12 випадках кореляційний прямий, а для 20 інших випадків – зворотній. У 10 випадках кореляційний зв'язок слабкий, у 12 – середній ($0,5 < |r| < 0,7$), у 8 – сильний ($0,7 < |r| < 0,9$) та у 2 – дуже сильний ($|r| > 0,9$). За вектором зменшення кількості випадків і силою зв'язку встановлені такі ряди упорядкування: (i) вміст важких металів – $Zn \gg (Fe > Pb > Cd) \gg Cr \gg \gg (As > Co > Mo > Cu) \gg Sn > \gg Mn$; (ii) показники життєвості – життєвість гілок > життєвість крони > > життєвість листя > життєвість рослини.

Між вмістом важких металів у ініціальних ґрунтах девастрованих земель залізорудного відвалу та абсолютними дендрометричними параметрами існує статистично значущий зв'язок (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції Пірсона залежностей дендрометричних параметрів дендрофітоценозів від вмісту важких металів у ґрунтах девастрованих земель залізорудного відвалу

Вміст важких металів в ґрунті	Дендрометричні параметри								
	Абсолютні					Відносні			
	N_{abs}	H_{abs}	D_{abs}	V_{abs}	G_{abs}	H_{rel}	D_{rel}	V_{rel}	G_{rel}
As	-0,546*	0,443*	0,596*	0,395*	0,416*	0,620*	0,599*	0,417*	0,405*
Cd	-0,132	0,019	-0,263*	-0,365*	-0,549*	-0,503*	-0,651*	-0,718*	-0,804*
Co	0,564*	-0,648*	-0,639*	-0,704*	-0,643*	-0,531*	-0,268*	-0,496*	-0,278*
Cr	0,468*	-0,590*	-0,527*	-0,656*	-0,571*	-0,405*	-0,129	-0,433*	-0,196
Cu	-0,355*	0,258	0,509*	0,317*	0,423*	0,625*	0,708*	0,478*	0,553*
Fe	-0,326*	0,491*	0,638*	0,787*	0,834*	0,727*	0,630*	0,894*	0,769*
Mn	0,893*	-0,861*	-0,644*	-0,560*	-0,311*	-0,382*	-0,023	-0,148	0,152
Mo	-0,697*	0,612*	0,722*	0,537*	0,514*	0,695*	0,592*	0,476*	0,394*
Pb	0,441*	-0,623*	-0,751*	-0,919*	-0,948*	-0,792*	-0,618*	-0,939*	-0,758*
Sn	-0,687*	0,626*	0,300*	0,213*	-0,081	-0,003	-0,331*	-0,241*	-0,510*
Zn	0,167	-0,373*	-0,539*	-0,751*	-0,832*	-0,662*	-0,595*	-0,907*	-0,804*

Примітки: абсолютні дендрометричні параметри: N_{abs} – густина насаджень, шт/га; H_{abs} – середня висота насаджень, м; D_{abs} – середній діаметр стовбуру, см; V_{abs} – запас стовбурної деревини, м³/га; G_{abs} – сума поперечних перерізів, м³/га; відносні дендрометричні параметри: H_{rel} – висота насаджень, м * рік⁻¹; D_{rel} – діаметр стовбуру, см * рік⁻¹; V_{rel} – запас стовбурної деревини, м³/га * рік⁻¹; G_{rel} – сума поперечних перерізів, м³/га * рік⁻¹; «*» – коефіцієнти кореляції Пірсона достовірні на рівні значущості $P < 0,05$.

Між вмістом металів у відвалу та абсолютними дендрометричними параметрами достовірні 51 коефіцієнт кореляції Пірсона, або 92,7% за 55 теоретично можливих. У 23 випадках вони підтверджують наявність прямого зв'язку, а для 28 інших випадків, навпаки, простежувався зворотній зв'язок.

Аналіз отриманих результатів, що у 17 випадках між вмістом важких металів у ґрунтах відвалу та абсолютними дендрометричними параметрами наявний слабкий кореляційний зв'язок, у 23 – середній, у 9 – сильний та у 2 – дуже сильний.

За вектором зменшення кількості випадків і сили зв'язку показники розташовувалися у такі способи: (i) вміст важких металів – Pb >> (Mn>Co>Fe>Mo) >> Cr >> >> (Zn>As) >> (Cu>Sn) >> Cd; (ii) абсолютні дендрометричні параметри – запас стовбурної деревини > середній діаметр стовбуру > сума поперечних перерізів > середня висота насаджень > густина насаджень.

Встановлено, що між вмістом важких металів у ініціальних ґрунтах відвалу та відносними дендрометричними параметрами статистично достовірні 38 коефіцієнти кореляції Пірсона, або 86,7% за 44 теоретично можливих. У 16 випадках вони маніфестують наявність прямого зв'язку, у інших 22 – зворотного. У 13 випадках кореляцій зв'язок слабкий, 14 – середній, 9 – сильний та 2 – дуже сильний. За вектором зменшення кількості випадків і сили зв'язку виявлені наступні упорядкування: (i) вміст важких металів – Pb >> (Fe>Zn) >> Cd >> Cu >> >> (Mo>As) >> Co >> >> Sn >> Cr >> Mn; (ii) відносні дендрометричні параметри: запас стовбурної деревини > висота насаджень > сума поперечних перерізів > діаметр стовбуру.

Геологічна, геоморфологічна, гео- педогео- біогео- хімічна та хронологічна контрастність девастрованих земель Петровського залізрудного відвалу дозволила нам розташувати дослідні ділянки в чіткій послідовності – екологічні серії (екосерії). Підставою для такого упорядкування слугували вектори впливу окремих екологічних факторів. Перший з таких факторів – це тривалість формування рослинного покриву, що зумовлюється технологією формування відвалу, зокрема, послідовністю відсіпки окремих його ділянок. Другий фактор – температура атмосферного повітря як наслідок нерівномірного розподілу сонячного освітлення територій різних експозицій. Третій фактор – це додаткове зволоження ґрунту, що залежить від геоморфологічно обумовленого перерозподілу атмосферних опадів.

Загалом, використовуючи екосерії та упорядкування ботанічних характеристик й дендрометричних параметрів деревостанів були розраховані рангові коефіцієнти кореляції Спірмена.

Результати статистичних розрахунків довели, що між екологічними умовами девастрованих земель Петровського відвалу та характеристиками природних дендрофітоценозів існує достовірний кореляційний зв'язок (табл. 3).

Статистично достовірними виявилися: для показників таксономічної структури 6 коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена (66,7% від теоретично

можливих), для показників життєвості – 9 (75,0%). Математичні знаки цих коефіцієнтів вказують на домінування зворотного зв'язку: 4 випадки для таксономічної структури та 5 – для показників життєвості деревостану. За силою найбільш поширені випадки слабого та середнього кореляційного зв'язку: 3 і 2 та 5 і 3, відповідно, для таксономічної структури та життєвості. Лише по одному випадку зв'язок був сильний. У межах матриці не виявлено випадків дуже сильного зв'язку.

Таблиця 3

**Коефіцієнти рангової кореляції Спірмена залежностей
характеристик дендрофітоценозів від екологічних умов дегазованих
земель залізрудного відвалу**

Екологічні умови дегазованих земель відвалу	Характеристики дендрофітоценозів						
	Кількість			Життєвість			
	Видів	Родів	Родин	Крони	Листя	Гілок	Рослини
Тривалість формування рослинного покриву	-0,050	-0,550	-0,700*	0,250*	-0,200*	0,100	-0,500*
Температура атмосферного повітря	0,050	-0,550*	-0,250*	0,350*	-0,700*	-0,900*	-0,500*
Додаткове зволоження ґрунту	0,350*	0,250*	0,100	0,250*	0,000	0,300*	0,100

Примітка: «*» – коефіцієнти рангової кореляції Спірмена достовірні на рівні значущості $P < 0,05$.

За вектором зменшення кількості випадків і сили зв'язку виявлені наступні закономірності. Ряди упорядкування залежностей таксономічної структури були такі: (і) екологічні умови дегазованих земель відвалу – тривалість формування рослинного покриву > температура атмосферного повітря > > додаткове зволоження ґрунту; (іі) таксономічні характеристики – кількість родів > кількість родин > кількість видів.

Ряди упорядкування залежностей показників життєвості мали такий вигляд: (і) екологічні умови дегазованих земель відвалу – температура атмосферного повітря > тривалість формування рослинного покриву > > додаткове зволоження ґрунту; (іі) показники життєвості – життєвість гілок > життєвість рослини > > життєвість листя > життєвість крони.

Встановлено, що між абсолютними й відносними дендрометричними параметрами природних дендрофітоценозів та екологічними умовами дегазованих земель залізрудного відвалу існує статистично достовірний кореляційний зв'язок (табл. 4). При цьому, для абсолютних дендрометричних параметрів деревостанів достовірними є 12 коефіцієнтів кореляції рангової кореляції Спірмена, або 90,0% за 15 теоретично можливих та для відносних дендрометричних

параметрів – 10 коефіцієнтів за 12 можливих (83,3%). Математичні знаки коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена вказують на переважання зворотного кореляційного зв'язку: 9 випадків для абсолютних та 8 випадків для відносних дендрометричних параметрів. Встановлено, що у 4 випадках наявний слабкий кореляційний зв'язок, у 5 – середній та у 4 – сильний. Для відносних дендрометричних параметрів з'ясовані такі особливості: у 7 випадках зв'язок слабкий, у 3 – середній.

За вектором зменшення кількості випадків і сили кореляційного зв'язку встановлено наступне. Ряди упорядкування залежностей абсолютних дендрометричних параметрів мали такий вигляд: (i) екологічні умови девастрованих земель відвалу – додаткове зволоження ґрунту > тривалість формування рослинного покриву > температура атмосферного повітря; (ii) дендрометричні параметри – (густота насаджень > середній діаметр стовбуру) >> (середня висота насаджень > запас стовбурної деревини) >> сума поперечних перерізів. Ряди упорядкування залежностей відносних дендрометричних параметрів були наступні: (i) екологічні умови девастрованих земель відвалу – додаткове зволоження ґрунту >> (тривалість формування рослинного покриву > температура атмосферного повітря); (ii) дендрометричні параметри – (висота насаджень > діаметр стовбуру > запас стовбурної деревини) >> сума поперечних перерізів.

Таблиця 4

**Коефіцієнти рангової кореляції Спірмена залежностей
дендрометричних параметрів дендрофітоценозів від екологічних умов
девастрованих земель залізрудного відвалу**

Екологічні умови девастрованих земель	Дендрометричні параметри								
	Абсолютні					Відносні			
	N_{abs}	H_{abs}	D_{abs}	V_{abs}	G_{abs}	H_{rel}	D_{rel}	V_{rel}	G_{rel}
Тривалість формування рослинного покриву	0,600*	-0,900*	-0,700*	-0,600*	-0,200*	-0,200*	0,200*	-0,200*	0,100
Температура атмосферного повітря	-0,400*	0,100	0,300*	-0,100	-0,300*	-0,200*	0,200*	-0,200*	0,100
Додаткове зволоження ґрунту	0,900*	-0,700*	-0,900*	-0,800*	-0,100	-0,600*	-0,600*	-0,600*	-0,500*

Примітки: абсолютні дендрометричні параметри: N_{abs} – густота насаджень, шт/га; H_{abs} – середня висота насаджень, м; D_{abs} – середній діаметр стовбуру, см; V_{abs} – запас стовбурної деревини, м³/га; G_{abs} – сума поперечних перерізів, м³/га; відносні дендрометричні параметри: H_{rel} – висота насаджень, м * рік⁻¹; D_{rel} – діаметр стовбуру, см * рік⁻¹; V_{rel} – запас стовбурної деревини, м³/га * рік⁻¹; G_{rel} – сума поперечних перерізів, м³/га * рік⁻¹; «*» – коефіцієнти рангової кореляції Спірмена достовірні на рівні значущості $P < 0,05$.

Екологічна детермінованість сучасного стану дендрофітоценозів. Як відомо, ріст та розвиток деревних видів рослин на дегазованих землях визначається інтегральним впливом факторів, які формують екологічні умови цих територій [4, 10, 23, 41]. При цьому, кожний екологічний фактор унікальний та незамінний, тобто, «нестача» одного фактору не може бути компенсована «надлишком» іншого екологічного фактору [5, 12, 17, 33]. Крім того, для окремого виду деревної рослини кожний екологічний фактор (екологічний чинник) має чіткі інтервали (зони) оптимуму, песимуму, життєздатності, спокою та життя, а також толерантності і екологічної валентності [11, 12, 23].

На нашу думку, провідними екологічними факторами окремої ділянки доцільно вважати такі чинники середовища, чисельні значення яких знаходяться на межі їх природної норми. Тобто, спостерігається або критичний дефіцит (нестача) або критичний профіцит (надлишок) певного екологічного фактору. Теоретичним базисом такої диференціації можна вважати закон мінімуму Юстуса Лібіха [17, 23, 34]. Однак практичне виявлення окремого провідного екологічного фактору, а також встановлення його кількісних характеристик потребує дотепних багаторічних спостережень та ретельних експериментальних досліджень. Також слід зазначити, що не завжди результати таких вишукувань дають відповідь на всі питання. Тому так актуально використання результатів «природного експерименту», щодо з'ясування екологічних закономірностей у самовідновленні рослинного покриву на дегазованих землях.

За сучасними уявленнями, до важких металів відносять хімічні елементи з металічними властивостями, що відповідають певним критеріям/обмеженням (за атомною масою, щільністю та положенням в періодичній системі). Також зазначається, що окремі важкі метали є біофільними елементами, в той час як інші є токсичними для живих організмів [31, 32, 42].

Нашими розрахунками підтверджено, що існує ймовірний зв'язок між вмістом важких металів в ініціальних ґрунтах дегазованих земель Петровського залізорудного відвалу та показниками сучасного стану дендрофітоценозів, природно поширених на його теренах. При цьому, достовірними, від теоретично можливих, виявилися 45,5–92,7% коефіцієнтів кореляції Пірсона. Також слід зазначити, що за напрямком незначна перевага спостерігається для зворотного зв'язку – 54,9–66,7% від кількості достовірних коефіцієнтів. Домінування такого напрямку зв'язку мало місце для вмісту у ґрунтах наступних металів: Cd, Co, Cr, Mn, Pb, Sn та Zn. В більшості випадків це фітотоксичні елементи. Прямий зв'язок притаманний для концентрацій у ґрунтах переважно біофільних металів: As, Cu, Fe та Mo. За силою переважають випадки слабкого та середнього кореляційного зв'язку – 70–100% від кількості достовірних коефіцієнтів.

Слід зазначити, що для майбутніх прогнозів стану дендрофітоценозів на дегазованих землях відвалів більш актуальними є випадки сильного (18–25%) та дуже сильного (3,9–6,3%) кореляційного зв'язку. Максимальні значення коефі-

цієнтів кореляції (за модулем) були встановлені для наступних випадків вмісту металів у ґрунтах: Cd – життєвість крони ($r = -0,924$); Fe – життєвість крони ($r = 0,912$); Pb – запас стовбурної деревини ($r = -0,919$); Pb – сума поперечних перерізів ($r = -0,948$); Pb – відносний запас стовбурної деревини ($-0,919$); Zn – відносний запас стовбурної деревини ($r = -0,948$). В подальшому доцільно проведення еколого-ботанічних досліджень щодо уточнення ефектів дії цих металів на деревні рослини.

Останнім часом набуває поширення використання в різноманітних екологічних дослідженнях результатів розрахунків рангових коефіцієнтів кореляції Спірмена. Серед основних переваг цієї статистики слід назвати те, що з її допомогою можна вимірювати зв'язок не тільки між якісними (описовими) ознаками, які проранжовано певним способом [15, 35].

Відповідно до результатів статистичних розрахунків, у 66,7–83,3% випадків між показниками екологічних умов девастрованих земель Петровського залізорудного відвалу та характеристиками сучасного стану природних дендрофітоценозів існує достовірний кореляційний зв'язок. За напрямком певну перевагу мають випадки зворотного зв'язку – 55,6–80,0% від статистично достовірних коефіцієнтів. Домінування такого напрямку зв'язку виявлено для чинників тривалості формування рослинного покриву та температури атмосферного повітря. В той час як, для показників додаткового зволоження ґрунту, навпаки, є переважання прямого зв'язку. За силою переважають слабкий (33,3–70,0% від загальної кількості достовірних коефіцієнтів) та середній (30,0–33,3%) кореляційні зв'язки. Лише у 11,1–33,3% випадків наявний сильний зв'язок.

Слід зазначити, що максимальні значення коефіцієнтів кореляції мали місце між наступними екологічними умовами території залізорудного відвалу та абсолютними дендрометричними показниками: тривалість формування рослинного покриву – середній діаметр стовбуру ($r = -0,900$), додаткове зволоження ґрунту – густина насаджень ($r = 0,900$), додаткове зволоження ґрунту – середній діаметр стовбуру ($r = -0,900$). Таки кореляційні закономірності підтверджують наше попереднє припущення щодо локацій на девастрованих землях, перспективних для створення стійких деревно-чагарникових насаджень [20, 21, 35, 42].

Висновки

Деревні види рослин на девастрованих землях Петровського залізорудного відвалу перебувають в стресовому стані, що може спричинити передчасне старіння рослин і зменшення фітомеліоративних функцій. Таксономічна структура, життєвість та дендрометричні параметри дендрофітоценозів, природно поширених на території відвалу мають чітку екологічну детермінованість. Найбільш істотні кореляційні зв'язки ($p < 0,05$) спостерігалися між вмістом металів в ініціальних ґрунтах відвалу та показниками стану дендрофітоценозів були на-

ступними: вміст Pb – сума поперечних перерізів ($r = -0,948$), запас стовбурної деревини ($r = -0,919$) та відносний запас стовбурної деревини ($-0,919$); вміст Zn – відносний запас стовбурної деревини ($r = -0,948$); вміст Cd – життєвість крони ($r = -0,924$); вміст Fe – життєвість крони ($r = 0,912$). Максимальні значення коефіцієнтів кореляції мали місце між такими екологічними умовами території відвалу та абсолютними дендрометричними показниками: тривалість формування рослинного покриву – середній діаметр стовбуру ($r = -0,900$), додаткове зволоження ґрунту – густина насаджень ($r = 0,900$), – середній діаметр стовбуру ($r = -0,900$).

Стаття надійшла до редакції 27.04.2022

Список використаної літератури

1. Агаджанов М.Є. Геоінформативні критерії інформативно-ресурсної моделі / М.Є. Агаджанов // Геоінформатика. – 2011. – № 1. – С. 72–79.
2. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 04. – С. 51–57.
3. Белик Ю.В. Таксономічний склад та синантропна характеристика деревно-чагарникових угруповань Петровського відвалу (Криворіжжя) / Ю.В. Белик, В.М. Савосько, Ю.В. Лихолат // Екологічний Вісник Криворіжжя. – 2019. – Вип. 4. – С. 104–113. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2565
4. Бойко Т.О. Екологічне лісознавство / Т.О. Бойко, П.М. Бойко, Ю.В. Плугатар. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 268 с.
5. Голубець М.А. Середовищезнавство (інвайронментологія) / М.А. Голубець. – Львів: Манускрипт, 2010. – 176 с.
6. Гром М.М. Лісова таксація / М.М. Гром. – Львів: РВВ НЛТУ України, 2007. – 416 с.
7. Данильчук Н.М. Жизненные формы тополя пирамидального (*Populus italica* (Du Roi) Moench) на карьерно-отвалных комплексах Криворожья / Н.М. Данильчук, И.И. Коршиков // Интродукция растений. – 2018. – № 1 (77). – С. 50–58.
8. Демидов А.А. Пространственная агроэкология и рекультивация земель / А.А. Демидов, А.С. Кобец, Ю.И. Грицан, А.В. Жуков. – Днепропетровск: Издательство «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.
9. Доброчаєва Д.М. Визначник вищих рослин України / Д.М. Доброчаєва, М.І. Котов, Ю.Н. Прокудін, А.Ю. Барбарих. – Київ, Наукова думка, 1999. – 548 с.
10. Коваленко І.М. Екологія рослин нижніх ярусів лісових екосистем / І.М. Коваленко. – Суми: Університетська книга, 2015. – 360 с.
11. Коршиков И.И. Жизнеспособность древесных растений на железорудных отвалах Криворожья / И.И. Коршиков, О.В. Красноштан. – Донецьк: Цифрова типографія, 2012. – 280 с.
12. Краснов В.П. Фітоєкологія з основами лісівництва / В.П. Краснов, З.М. Шелест, І.В. Давидова. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 478 с.
13. Красноштан О.В. Життєздатність рослин *Pinus pallasiana* D. Don і *Pinus sylvestris* L. на залізорудних відвалах Криворіжжя / О.В. Красноштан // Интродукция растений. – 2017. – № 2. – С. 73–79.
14. Куделя А.Д. Комплексное использование минеральных ресурсов железнорудных горно-обогатительных комбинатов УССР / А.Д. Куделя. – Киев: Наукова думка, 1984. – 495 с.
15. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.
16. Малахов И.Н. Новая геологическая сила / И.Н. Малахов. – Кривой Рог: Отделение морской геологии и осадочного рудообразования, 2009. – 312 с.
17. Мусієнко М.М. Екологія рослин / М.М. Мусієнко. – Київ: Либідь, 2006. – 432 с.
18. Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології / С.Т. Разумова. – Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2013. – 197 с.
19. Савосько В.Н. Систематический анализ спонтанной дендрофлоры Жовтневого района г. Кривого рога / В.Н. Савосько, К.М. Алесеева // Питання біоіндикації та екології. – 2007. – Вип. 12, № 2. – С. 16–23.
20. Савосько В.М. Меліорація та фіторекультивация земель / В.М. Савосько. – Кривий Ріг: Видавництво «Діоніс», 2011. – 288 с.

21. Савосько В. Екологічна та геологічна зумовленість поширення дерев і чагарників на дегазованих землях Криворіжжя / В. Савосько, Ю. Лихолат, К. Домшина, Т. Лихолат // Journal of Geology, Geography and Geoecology. – 2018. – № 27(1). – С. 116–130. DOI: 10.15421/111837
22. Савосько В. М. Апофітні та адвентивні деревні види на дегазованих землях гранітних кар'єрів Криворіжжя / В. М. Савосько, Ю. В. Лихолат, Ю. В. Белик, І. П. Григорюк // Біоресурси і природокористування. – 2019. – Том 11, № 1–2. – С. 14–25. DOI: 10.31548/bio2019.01.002
23. Слободян Т. О. Екологія рослин / Т. О. Слободян, С. М. Слободян. – Кіровоград: КОД, 2006. – 161 с.
24. Arabadzy-Tipenko L. I. Ecological and floristic characteristics of *Cyanophyceae* of Pryazovskyi National Nature Park / L. I. Arabadzy-Tipenko // Agrology. – 2020. – № 3(2). – P. 66–79. DOI: 10.32819/020009
25. Bielyk Yu. Macronutrients and heavy metals contents in the leaves of trees from the devastated lands at Kryvyi Rih District (Central Ukraine) / Yu. Bielyk, V. Savosko, Yu. Lykholat, H. Heilmeyer, I. Grygoryuk // E3S Web of Conferences. – 2020. – № 166. – 01011. DOI: 10.1051/e3sconf/202016601011
26. Boyce S. G. Ecology and reclamation of devastated land / S. G. Boyce // Forest Science. – 1975. – № 21 (1). – P. 44–45. DOI: 10.1093/forestscience/21.1.44
27. Bussotti F. Traditional and novel indicators of climate change impacts on European forest trees / F. Bussotti, M. Pollastrini // Forests. – 2017. – № 8. – P. 137. DOI: 10.3390/f8040137
28. Danilchuk N. M. Species of the genus *Populus* L. in landscaping of city parks and technogenic disturbed lands of Kryvyi Rih (Ukraine) / N. M. Danilchuk // Danish Scientific Journal (DSJ). – 2020. – № 42, Vol. 1. – P. 8–14.
29. Dement W. T. Plantation development and colonization of woody species in response to post-mining spoil preparation methods / W. T. Dement, Z. J. Hackworth, J. M. Lhotka, C. D. Barton // New Forests. – 2020. – № 51. – P. 965–984. DOI: 10.1007/s11056-019-09769-y
30. Hancock G. R. Geomorphic design and modelling at catchment scale for best mine rehabilitation – The Drayton mine example (New South Wales, Australia) / G. R. Hancock, J. F. Duque, G. R. Willgoose // Environmental Modelling & Software. – 2019. – № 114. – P. 140–151. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.12.003
31. Kabata-Pendias A. Trace elements from soil to human / A. Kabata-Pendias, A. B. Mukherjee. – Berlin: Springer Verlag, 2007. – 550 p. DOI: 10.1007/978-3-540-32714-1
32. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants / A. Kabata-Pendias. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – 548 p. DOI: 10.1201/b10158
33. Kulhavy J. Forest ecology / J. Kulhavy, J. Suchomel, L. Mensik. – Brno: Mendel University in Brno, 2014. – 92 p.
34. Kvitko M. Woody artificial plantations as a significant factor of the sustainable development at mining & metallurgical area / M. Kvitko, V. Savosko, I. Kozlovskaya, Yu. Lykholat, A. Podolyak, I. Hrygoruk, A. Karpenko // E3S Web of Conferences. – 2021. – № 280. – 06005. DOI: 10.1051/e3sconf/202128006005
35. Maus V. A global-scale data set of mining areas / V. Maus, S. Giljum, J. Gutschlhofer, D. M. da Silva, M. Probst, S. L. B. Gass, S. Luckeneder, M. Lieber, I. McCallum // Scientific Data. – 2020. – № 7. – P. 289. DOI: 10.1038/s41597-020-00624-w
36. McDonald J. H. Handbook of biological statistics / J. H. McDonald. – Baltimore: Sparky house publishing, 2014. – 450 p.
37. Melnychuk S. Floristic richness and taxonomic analysis of the flora of the national park «Biloberezhzha Svyatoslava» / S. Melnychuk, G. Trochymenko // ScienceRise: Biological Science. – 2017. – № 2(5). – P. 24–29. DOI: 10.15587/2519-8025.2017.99760
38. Mosyakin S. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S. Mosyakin, M. Fedoronchuk. – Kyiv: M. G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine, 1999. – 369 p. DOI: 10.13140/2.1.2985.0409
39. Pietrzykowski M. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences / M. Pietrzykowski // Ecological Engineering. 2019. – № 42. – P. 100012. DOI: 10.1016/j.ecoena.2019.100012
40. Savosko V. The total content of macronutrients and heavy metals in the soil on devastated lands at Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine) / V. Savosko, Yu. Bielyk, Yu. Lykholat, H. Heilmeyer, I. Grygoryuk, N. Khromykh, T. Lykholat // Journal of Geology, Geography and Geoecology. – 2021. – № 30 (1). – P. 153–164. DOI: 10.15421/112114
41. Savosko V. M. Foresting of technogenic devastated lands as an effective factor for environmental safety at the mining & metallurgical district / V. M. Savosko, Yu. V. Lykholat, Yu. V. Bielyk // Effects of pollution and climate change on the ecosystem components / Yu. V. Lykholat (ed.). – Praha: Oktan Print, 2021. – P. 6–39. DOI: 10.46489/EOPACC-1204211
42. Sparks D. L. Environmental soil chemistry / D. L. Sparks. – San Diego: Academic Press, 2002. – 368 p.

43. Stanturf J.A. Landscape degradation and restoration / J.A. Stanturf, M.A. Callaham, P. Madsen // *Soils and landscape restoration* / J.A. Stanturf, M.A. Callaham (eds.). – New York: Academic Press, 2021. – P. 1–37. DOI: 10.1016/b978-0-12-813193-0.00001-1
44. Vriens B. Mine waste rock: insights for sustainable hydrogeochemical management / B. Vriens, B. Plante, N. Seigneur, H. Jamieson // *Minerals*. – 2020. – № 10. – P. 728. DOI: 10.3390/min10090728
45. West P.W. Tree and forest measurement / P.W. West. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. – 217 p.
46. Xiao W. Tree species composition and selection effects drive overstory and understory productivity in reforested oil sands mining sites / W. Xiao, C. Chen, H. Y.H. Chen // *Land Degradation & Development*. – 2020. – № 32(3). – P. 1135–1147. DOI: 10.1002/ldr.3787

Ю. В. Бєлик¹, В. М. Савосько², Ю. В. Лихолат¹

¹Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, кафедра інтродукції та фізіології рослин, пр. Гагаріна 72, м. Дніпро, 49000, Україна, e-mail: belik.uliya@gmail.com, lykholat2006@ukr.net

²Криворізький державний педагогічний університет, кафедра ботаніки та екології, пр. Гагаріна 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна, e-mail: savosko1970@gmail.com

ЕКОЛОГІЧНА ОБУМОВЛЕНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЖИТТЄВОСТІ ТА ДЕНДРОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕНДРОФІТОЦЕНОЗІВ ПРИРОДНО ПОШИРЕНИХ НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗАЛІЗОРУДНОГО ВІДВАЛУ

Анотація

Вступ. Численні дослідники переконливо довели, що відвали залізних порід мають сильний і негативний вплив на навколишнє середовище в промислових зонах. У той час як відновлення рослинності дерев є найефективнішим, ефективним і широко прийнятим способом стабілізації довкілля в цих постгірничих формах рельєфу. Тому знання про взаємозв'язки між сучасним станом угруповання деревних рослин та суворими екологічними умовами на відвалах залізних порід відіграють важливу роль у контролі забруднення, екологічному захисті та охороні здоров'я людей.

Мета роботи – з позицій екосистемного підходу проаналізувати екологічну обумовленість показників сучасного стану (таксономічна структура, життєвість та дендрометричні параметри) дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях залізорудного відвалу.

Матеріал і методи. Для даного дослідження були обрані Петровські відвали порід Криворізького залізорудного гірничо-металургійного району (центральна частина України). Протягом 2017–2021 рр. в екосистемах сміттєзвалища було створено 5 дослідних ділянок (40*50 м) та зібрано польові дані (види дерев, життєздатність дерев, середній діаметр і висота дерев, об'єм, прикоренева площа) шляхом прямого перерахування та вимірювання всіх дерев на кожній ділянці. Застосовано кореляційний аналіз Пірсона та Спірмена між індексами поточного стану угруповання деревних рослин та параметрами екологічних умов відвалу (вміст важких металів у ґрунті, час формування угруповання, температура повітря та вологість ґрунту).

Результати. Показано, що на Петровському відвалі деревні породи рослин, як правило, піддаються впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища

та знаходяться в стресовому стані. Тому вони втрачають екологічну стійкість і фітомеліоративну (меліоративну/відновлювальну) ефективність. Наші розрахунки підтверджують, що існує кореляція між вмістом важких металів у вихідному ґрунті відвалу та показниками сучасного стану угруповання деревних рослин. При цьому 45,5–92,7% коефіцієнти кореляції Пірсона є значущими $p < 0,05$ (від теоретично можливих). Відгук має незначну перевагу – 54,9–66,7% від кількості значущих коефіцієнтів. Переважає слабкий і середній співвідношення – 70–100% від кількості значущих коефіцієнтів. Встановлено, що існує кореляція між екологічними умовами спустошених земель на звалищі та характеристиками сучасного стану угруповання деревних рослин. Слід також зазначити, що 66,7–83,3% коефіцієнти кореляції Спірмена є значущими $p < 0,05$ (від теоретично можливих). Відгук також має невелику перевагу – 55,6–80,0% від кількості значущих коефіцієнтів. Як і в попередньому випадку, переважали слабкі та середні співвідношення – 30–70% від кількості значущих коефіцієнтів.

Висновок. Таксономічна структура, життєздатність дерев і дендрометричні параметри угруповання деревних рослин, які природно ростуть на залізному відвалі, мають чіткий екологічний детермінізм. Найсильніші кореляції спостерігалися між концентраціями Pb, Zn, Cd, Fe в ґрунтах відвалу, а також тривалістю формування рослинності, додатковою вологістю ґрунту та показниками сучасного стану угруповання деревних рослин.

Ключові слова: угруповання деревних рослин; залізний відвал; кореляційний аналіз; Криворізький район.

U. V. Belik, V. M. Savosko, U. V. Lykholat

¹Department of Physiology and Plant Introduction, Oles Honchar Dnipro National University, 72 Gagarine Av., 49000, Dnipro, Ukraine; e-mail: belik.uliya@gmail.com, lykholat2006@ukr.net

² Department of Botany and Ecology, Kryvyi Rih State Pedagogical University, 56 Gagarin Av., 50086, Kryvyi Rih, Ukraine; e-mail: savosko1970@gmail.com

THE ECOLOGICAL CONDITIONALITY OF TREE VITALITY INDICATORS AND DENDROMETRIC PARAMETERS OF THE WOODY PLANTS COMMUNITY GROWING NATURALLY ON THE DEVASTATED LANDS IN IRON WASTE ROCK DUMP

Abstract

Introduction. Numerous researchers have convincingly proven that iron waste rock dumps have a strong and negative impact on the environment in industrial areas. While the tree revegetation is the most efficient, effective and widely accepted way for environmental stabilization of the said post-mining landforms. That's why the knowledge on relationships between the current state of woody plants community and the harsh environmental conditions on iron waste rock dumps play an important role in pollution control, ecological protection, and safe-guarding human health.

Aim. The object of this study was to analyze from the standpoint of an ecosystem approach the ecological conditionality of the current state (taxonomic structure, tree

vitality and dendrometric parameters) of the community of woody plants growing naturally on the devastated lands in iron waste rock dump.

Material and Methods. Petrovsky waste rock dump areas at Kryvyi Rih Iron Ore Mining & Metallurgical District (central part of Ukraine) were chosen for the present research. During 2017–2021, the 5 research plots (40*50 m) were established in the dump's ecosystems and the field data (tree species, tree vitality, mean diameter and height of trees, volume, basal area) were collected through direct enumeration and measurement of all trees in each plot. Pearson and *Spearman* correlative analysis between the indices of the current state of the woody plants community and the parameters of the dump's environmental conditions (the content of heavy metals in the soil, the time of the community formation, air temperature and soil moisture) was applied.

Results. It is shown that in Petrovsky waste rock dump the woody plant species are usually affected by adverse environmental factors and are in the state of stress. Therefore, they lose their ecological stability and phytomeliorative (reclamative / restorative) efficiency. Our calculations confirm that there is a correlation between the content of heavy metals in the dump's initial soil and indicators of the current state of the woody plants community. In this case, 45.5–92.7% Pearson correlation coefficients are significant $p < 0.05$ (from the theoretically possible ones). The feedback has a slight prevalence – 54.9–66.7% from the number of significant coefficients. The weak and medium relationship prevails – 70–100% from the number of significant coefficients. It is established that there is a correlation between the ecological conditions of the devastated land on the dump and characteristics of the current state of the woody plants community. It should also be noted that 66.7–83.3% Spearman correlation coefficients are significant $p < 0.05$ (from the theoretically possible ones). The feedback also has a slight prevalence – 55.6–80.0% from the number of significant coefficients. As in the previous case the weak and medium relationship predominated – 30–70% from the number of significant coefficients.

Conclusion. The taxonomic structure, tree vitality and dendrometric parameters of the community of woody plants that grow naturally on in iron waste rock dump have a clear ecological determinism. The most strong correlations were observed between the concentrations of Pb, Zn, Cd, Fe in the dump's soils, as well as the duration of vegetation formation, the additional soil moisture and indicators of the current state of the woody plants community.

Key words: woody plants community; iron waste rock dump; correlative analysis; Kryvyi Rih District.

References

1. Ahadzhanov M. E. (2011) «Geoinformation criteria for information-resource model of anthropogenic forms relief in Krivbas» [«Heoinformatsiini kryterii informatschyno-resursnoi modeli antropohennykh form reliefu Kryvbasu»], *Geoinformatics [Heoinformatyka]*, 1, pp 72–79.
2. Alekseev V. A. (1989) «Diagnostics of trees and stands vitality state» [«Dyahnostyka zhyznennoho sostoiannya derev i drevostoev»], *Forestry [Lesovedenye]*, 4, 51–57.
3. Bielyk Yu. V., Savosko V. M., Lykholat Yu. V. (2019) «Taxonomic composition and synanthropic characteristic of woody plant community on Petrovsky waste rock dumps (Kryvorizhzhya)» [«Taksonomichnyi sklad ta synantropna kharakterystyka derevno-chaharnykovykh uhrupovan Petrovskoho vidvalu (Kryvorizhzhia)»], *Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District [Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia]*, 4, pp 104–113. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2565

4. Boiko T. O., Boiko P. M., Pluhatar Yu. V. (2019) *Ecological forestry* [Ekolohichne lisoznavstvo], Kherson, Oldiplius, 268 p.
5. Holubets M. A. (2010) *Environmental science* [Seredovysheznnavstvo (invairmentolohiia)], Lviv, Manuscript, 176 p.
6. Hrom M. M. (2007) *Forest Taxation* [Lisova taksatsiia], Lviv, RVV NLTU Ukrainy, 416 p.
7. Danilchuk N. M., Korshikov I. I. (2018) «Life forms of lombardy poplar (*Populus italica* (Du Roi) Moench) in quarry and dump complexes of Kryvyi Rih area» [«Zhiznennyye formyi topolya piramidalnogo (*Populus italica* (Du Roi) Moench) na karerno-otvalnykh kompleksah Krivorozh'ya», *Plant introduction* [Introduksiia roslin], 1(77), pp 50–58.
8. Demidov A. A., Kobec A. S., Grican YU. I., ZHukov A. V. (2013) *Spatial agroecology and land recultivation* [Prostranstvennaya agroekologiya i rekul'tivaciya zemel'], Dnepropetrovsk, Publishing House «Svidler A. L.», 560 p.
9. Dobrochaieva D. M., Kotov M. I., Prokudin Yu. N., Barbarykh A. Yu. (1999) The determinant of higher plants of Ukraine [Vyznachnyk vyshchyykh roslin Ukrainy], Kyiv, Naukova dumka, 548 p.
10. Kovalenko I. M. (2015) *Ecology of plants of the lower tiers of forest ecosystems* [Ekolohiia roslin nyzhnykh yarusiv lisovykh ekosistem], Sumy, Universytetska knyha, 360 p.
11. Korshikov I. I., Krasnoshtan O. V. (2012) *Viability of woody plants on iron waste rock dumps at Kryvyi Rih District* [Zhiznesposobnost' drevesnykh rasteniy na zhelezorudnykh otvalah Krivorozh'ya], Donec'k, Cifrova tipografiya, 280 p.
12. Krasnov V. P., Shelest Z. M., Davydova I. V. (2014) *Phytoecology with the basics of forestry* [Fitoekolohiia z osnovamy lisivnytstva], Kherson, OLDI-PLUS, 478 p.
13. Krasnoshtan O. V. (2017) «Vitality of *Pinus pallasiana* D. DON. and *P. sylvestris* L. in iron ore dumps of Kryvyi Rih ore dumps of Kryvyi Rih area» [«Zhyttiezdatnist roslin *Pinus pallasiana* D. DON. i *P. sylvestris* L. na zalizorudnykh vidvalakh Kryvorizhzhia», *Plant introduction* [Introduksiia roslin], 2, pp 73–79.
14. Kudelya A. D. (1984) *Complex use of mineral resources in iron mining and processing plant at USSR* [Kompleksnoe ispolzovanie mineralnykh resursov zhelezo-rudnykh gorno-obogatitelnykh kombinatov USSR], Kyiv, Naukova Dumka, 495 p.
15. Lakin G. F. (1990) *Biomtery* [Biometriya], Moscow, Higher School, 352 p.
16. Malahov I. N. (2009) *New geological force* [Novaya geologicheskaya sila], Kryvyi Rih, Department of Marine Geology and Sedimentary Mining, 312 p.
17. Musienko M. M. (2006) *Plant ecology* [Ekolohiia roslin], Kyiv, Lybid, 432 p.
18. Razumova S. T. (2013) *Plant ecology with basics of botany and physiology* [Ekolohiia roslin z osnovamy botaniky ta fiziolohii], Odesa, Odesa State Ecological University, 197 p.
19. Savosko V. M., Alekseeva, K. M. (2007) «The systematical analyses of the natural dendroflora in Govtneviy region at Kryvyi Rih» [«Sistematicheskii analiz spontannoy dendrofloryi Zhovtnevoogo rayona g. Krivogo roga», *Problems of Bioindication and Ecology* [Pytannia bioindykatsii ta ekolohii], 12(2), pp 16–23.
20. Savosko V. M. (2011) *Land melioration and phytorecultivation* [Melioratsiia ta fitorekultyvatsiia zemel], Kryvyi Rih, Dionis, 288 p.
21. Savosko V., Lykholat Yu., Domshyna K., Lykholat T. (2018) «Ecological and geological determination of trees and shrubs' dispersal on the devastated lands at Kryvorizh'ya» [«Ekolohichna ta heolohichna zumovlenist poshyrennia derev i chaharnykyv na devastovanykh zemliakh Kryvorizhzhia», *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27(1), pp 116–130. DOI: 10.15421/111837
22. Savosko V. M., Lykholat Yu. V., Bielyk Yu. V., Grygoryuk I. P. (2019) «Apophyte and adventives woody species in granite quarry devastated land at Kryvyi Rih district» [«Apofitni ta adventyvni derevni vydy na devastovanykh zemliakh hranitnykh karieriv Kryvorizhzhia», *Biological Resources and Nature Management* [Bioresursi i priroдокористuvannâ], 11(1–2), pp 14–25. DOI: 10.31548/bio2019.01.002
23. Slobodian T. O. Slobodian S. M. (2006) *Plant ecology* [Ekolohiia roslin], Kirovohrad, KOD, 161 p.
24. Arabadzy-Tipenko L. I. (2020) «Ecological and floristic characteristics of *Cyanophyceae* of Pryazovskyi National Nature Park», *Agrology*, 3(2), pp 66–79. DOI: 10.32819/020009
25. Bielyk Yu., Savosko V., Lykholat Yu., Heilmeier H., Grygoryuk I. (2020) «Macronutrients and heavy metals contents in the leaves of trees from the devastated lands at Kryvyi Rih District (Central Ukraine)», *E3S Web of Conferences*, 166, 01011. DOI: 10.1051/e3sconf/202016601011
26. Boyce S. G. (1975) «Ecology and reclamation of devastated land», *Forest Science*, 21(1), pp 44–45. DOI: 10.1093/forestscience/21.1.44
27. Bussotti F., Pollastrini M. (2017) «Traditional and novel indicators of climate change impacts on European forest trees», *Forests*, 8, pp 137. DOI: 10.3390/f8040137

28. Danilchuk N. M. (2020) «Species of the genus *Populus* L. in landscaping of city parks and technogenic disturbed lands of Kryvyi Rih (Ukraine)», *Danish Scientific Journal*, 42(1), pp 8–14.
29. Dement W. T., Hackworth Z. J., Lhotka J. M., Barton C. D. (2020) «Plantation development and colonization of woody species in response to post-mining spoil preparation methods», *New Forests*, 51, pp 965–984. DOI: 10.1007/s11056-019-09769-y
30. Hancock G. R., Duque J. F., Willgoose G. R. (2019) «Geomorphic design and modelling at catchment scale for best mine rehabilitation – The Drayton mine example (New South Wales, Australia)», *Environmental Modelling & Software*, 114, pp 140–151. DOI: 10.1016/j.envsoft.2018.12.003
31. Kabata-Pendias A., Mukherjee A. B. (2007) *Trace elements from soil to human*, Berlin, Springer Verlag, 550 p. DOI: 10.1007/978-3-540-32714-1
32. Kabata-Pendias A. (2010) *Trace elements in soils and plants*, Boca Raton, CRC Press, 548 p. DOI: 10.1201/b10158
33. Kulhavy J., Suchomel J., Mensik L. (2014) *Forest ecology*, Brno, Mendel University in Brno, 92 p.
34. Kvitko M., Savosko V., Kozlovskaya I., Lykholat Yu., Podolyak A., Hrygoruk I., Karpenko A. (2021) «Woody artificial plantations as a significant factor of the sustainable development at mining & metallurgical area», *E3S Web of Conferences*, 280, 06005. DOI: 10.1051/e3sconf/202128006005
35. Maus V., Giljum S., Gutschlhofer J., da Silva D. M., Probst M., S. Gass L. B., Luckeneder S., Lieber M., McCallum I. (2020) «A global-scale data set of mining areas», *Scientific Data*, 7, pp 289. DOI: 10.1038/s41597-020-00624-w
36. McDonald J. H. (2014) *Handbook of biological statistics*, Baltimore, Sparky house publishing, 450 p.
37. Melnychuk S., Trochymenko G. (2017) «Floristic richness and taxonomic analysis of the flora of the national park «Biloberezhzhya Svyatoslava»», *ScienceRise Biological Science*, 2(5), pp 24–29. DOI: 10.15587/2519-8025.2017.99760
38. Mosyakin S., Fedoronchuk M. (1999) *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*, Kyiv, M. G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine, 369 p. DOI: 10.13140/2.1.2985.0409
39. Pietrzykowski M. (2019) «Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences», *Ecological Engineering*, 42, pp 100012. DOI: 10.1016/j.ecoena.2019.100012
40. Savosko V., Bielyk Yu., Lykholat Yu., Heilmeier H., Grygoryuk I., Khromykh N., Lykholat T. (2021) «The total content of macronutrients and heavy metals in the soil on devastated lands at Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine)», *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 30 (1), pp 153–164. DOI: 10.15421/112114
41. Savosko V. M., Lykholat Yu. V., Bielyk Yu. V. (2021) *Forestry of technogenic devastated lands as an effective factor for environmental safety at the mining & metallurgical district*. In: Effects of pollution and climate change on the ecosystem components, Lykholat Yu. V. ed., Praha, Oktan Print, pp 6–39. DOI: 10.46489/EOPACC-1204211
42. Sparks D. L. (2002) *Environmental soil chemistry*, San Diego, Academic Press, 368 p.
43. Stanturf J. A., Stanturf J. A., Callaham M. A., Madsen P. (2021) *Landscape degradation and restoration*. In: Soils and landscape restoration, Stanturf J. A., Callaham M. A. eds., New York, Academic Press, pp 1–37. DOI: 10.1016/b978-0-12-813193-0.00001-1
44. Vriens B., Plante B., Seigneur N., Jamieson H. (2020) «Mine waste rock: insights for sustainable hydrogeochemical management», *Minerals*, 10, pp 728. DOI: 10.3390/min10090728
45. West P. W. (2009) *Tree and forest measurement*, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 217 p.
46. Xiao W., Chen C., Chen H. Y. H. (2020) «Tree species composition and selection effects drive overstory and understory productivity in reforested oil sands mining sites», *Land Degradation & Development*, 32 (3), pp 1135–1147. DOI: 10.1002/ldr.3787

DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259760](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259760)

УДК 581.9(477.74–47)

В. П. Герасимюк¹, к. б. н., доцент,

Н. В. Герасимюк², асистент

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра гідробіології та загальної екології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: gerasimyuk2007@ukr.net

²Одеський національний медичний університет, кафедра фармакогнозії і технології ліків, вул. Ольгіївська, 4, Одеса, Україна, e-mail: nataliyal.gv@gmail.com

ФЛОРА АЕРОПОРТІВСЬКОГО ЛІСОПАРКУ МІСТА ОДЕСА

Вперше узагальнено результати досліджень (2015–2022 рр.) видового складу водоростей, грибів, лишайників, мохів, папоротей, голонасінних і покритонасінних рослин Аеропортівського лісового масиву м. Одеса. Флора лісопарку «Аеропортівський» складається з 173 видів (173 внутрішньо видових таксонів), які належали до 156 родів, 60 родин, 37 порядків, 13 класів, 10 відділів, 4 царств та 2 імперій (доменів). До флори району досліджень входили альгофлора (12 видів водоростей), мікофлора (35 видів грибів), ліхенофлора (2 таксони), бріофлора (3) і флора судинних рослин (121 вид вищих рослин). До судинних рослин належали папороті (1 вид), голонасінні (6) і покритонасінні (114). Флора останніх була предсталена деревами (27 видів), кущами (19) і трав'янистими рослинами (68). У лісопарку нараховується близько 20 тис. особин дерев і 50 тис. кущів.

Ключові слова: флора; альгофлора; мікофлора; ліхенофлора; бріофлора; флора судинних рослин; лісопарк «Аеропортівський»; м. Одеса.

Аеропортівський лісовий масив (лісопарк, гай, парк космонавтів), що розташований в 7,5 км від центру м. Одеса, у межах Овідіопольської дороги і вулиці Центральний аеропорт м. Одеса, був висаджений у 1950-роки для захисту м. Одеса від пилу, вуглекислого газу і шуму авіації від одеського аеропорту, який знаходиться поруч. Площа лісопарку зараз у земельному кадастрі міста складає 37,297 га, а згідно генплану вона взагалі становить 72,9 га, що відповідає обмірам у Google Earth (62–66 га). У 2017 р. зелену зону парку бажали визнати дендрологічним парком-пам'яткою місцевого значення «Аеропортівський», проте це не було здійснено.

У теперішній час лісопарк у зв'язку з відсутністю фінансування знаходиться в дуже занедбаному стані.

Флористичні дослідження м. Одеси здійснювалися і узагальнювалися раніше Т. В. Васильєвою, В. В. Немерцаловим, С. Г. Коваленко [2]. Що стосується вивчення флори Аеропортівського лісового масиву, то подібні роботи раніше майже не проводилися [9].

Метою роботи є вивчення флористичного різноманіття Аеропортівського лісопарку м. Одеса.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводили протягом 2015–2022 років. Вивчали таксономічний склад водоростей, грибів, лишайників, мохів, папоротей, голонасінних та покритонасінних рослин. Дослідження рослин здійснювали маршрутним методом. Видове визначення водоростей, спор грибів, лишайників, мохів, папоротей здійснювали світловою мікроскопією за допомогою загальновідомих визначників водоростей [5, 11, 23, 24, 25], грибів [4, 17], лишайників [7, 10], мохів [7, 18] і судинних рослин [13]. Діатомеї визначали за допомогою діатомового аналізу [5, 6, 8, 11] з виготовленням постійних препаратів із застосуванням середовища А. А. Ельяшева. Згідно сучасних електронних баз даних і деяких монографій відбувалося уточнення сучасних наукових назв видів водоростей [20, 22], грибів [16] і судинних рослин [3, 13, 15, 19, 21]. За допомогою довідників і монографій встановлювали екологічні особливості водоростей [1, 5, 6, 8, 11, 20, 22], грибів [14] та судинних рослин [2, 3, 12, 19, 21].

Результати дослідження та їх обговорення

Флора лісопарку «Аеропортівський» складається з 173 видів, які належали до 156 родів, 60 родин, 37 порядків, 13 класів, 10 відділів, 4 царств та 2 імперій або доменів (табл. 1).

До складу флори входили нижчі (*Thallophyta*) і вищі (*Embryophyta*) рослини. Нижчі рослини були представлені водоростями (12 видів), грибами (35) і лишайниками (2), вищі – мохами (3), папоротями (1), голонасінними (6) і покритонасінними (114). До водоростей (*Algae*) відносилися 2 імперії (*Prokaryota* та *Eukaryota*), 3 царства (*Eubacteria*, *Chromista*, *Plantae*), 4 відділи (*Сyanoprokaryota*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*), до грибів – 1 царство (*Mycota*), 2 відділи (*Ascomycota*, *Basidiomycota*), мохів – 1 відділ (*Bryophyta*), папоротеподібних – 1 відділ (*Polypodiophyta*), голонасінних – 1 відділ (*Pinophyta*) та покритонасінних – 1 відділ (*Magnoliophyta*).

Характерною рисою таксономічного різноманіття було домінування покритонасінних рослин (114 видів) у видовому складі флори лісопарку. Представники базидіомікотових грибів нараховували 33, аскомікотових – 4, голонасінних рослин – 6, діатомових – 5, харових – 3, зелених – 2, синьозелених водоростей – 2, мохів – 3, папоротей – 1 вид.

Основна роль у флорі парку належить представникам класів *Magnoliopsida* (109 видів), *Agaricomycetes* (33), *Pinopsida* (6), *Liliopsida* (5), *Conjugatophyceae* (3). Найбільший внесок у таксономічне різноманіття внесли представники провідних порядків *Asterales* (22), *Rosales* (14), *Aphyllphorales* (10), *Fabales* (10), *Gasteromycetales* (8), *Agaricales* (6), *Oleales* (5), *Capparales* (4), *Pinales* (4), *Desmidiales* (3) та *Russulales* (3).

Таблиця 1

Таксономічний спектр флори лісопарку «Аеропортівський»

Назва			Кількість					
доменів	царств	відділів	класів	порядків	родин	родів	видів	в. в. т.
<i>Prokaryota</i>	<i>Eubacteria</i>	<i>Cyanoprokaryota</i>	1	1	2	2	2	2
<i>Eukaryota</i>	<i>Chromista</i>	<i>Bacillariophyta</i>	1	3	4	5	5	5
	<i>Mycota</i>	<i>Ascomycota</i>	2	3	3	4	4	4
		<i>Basidiomycota</i>	1	7	20	27	33	33
	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	2	2	2	2	2	2
		<i>Charophyta</i>	1	1	1	1	3	3
		<i>Bryophyta</i>	1	2	3	3	3	3
		<i>Polypodiophyta</i>	1	1	1	1	1	1
		<i>Pinophyta</i>	1	2	4	6	6	6
		<i>Magnoliophyta</i>	2	15	20	105	114	114
Загалом	2	4	10	13	37	60	156	173

Найбільш представленими за кількістю видів були провідні родини *Asteraceae* (20), *Rosaceae* (13 видів), *Fabaceae* (11), *Brassicaceae* (6), *Poaceae* (5), *Oleaceae* (5), *Aceraceae* (4), *Fagaceae* (2), *Lamiaceae* (2) та *Plantaginaceae* (2). Невелика кількість перелічених провідних родин характерна як для синантропної так і для флори України в цілому. Найбільш чисельні родини айстрові і розові, що є найбагатшими у світі. А от наявність родини *Fabaceae* свідчить про два моменти. По-перше, що досліджувана флора має середземноморський характер, а по-друге, що у ній переважають синантропні види, оскільки родина *Fabaceae* має особливо багато представників синантропної флори. Високе положення родини *Brassicaceae* вказує теж на інвазії у флорі.

Провідні роди *Acer* L. (4 види), *Artemisia* L. (4), *Agaricus* L. (3), *Medicago* L. (3), *Prunus* L. (3), *Trifolium* L. (3), *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (3), *Amanita* Pers. (2), *Lactarius* Pers. (2) та *Plantago* L. (2) склали основу флори лісопарку.

Найбільш цікавими флористичними знахідками вважаємо знаходження у флорі парку наступних видів: кластерій кластерієподібний (*Closterium closterioides* (Ralfs) Luns et Peweters) і келих Ола (*Cyathus olla* (Batsch) Pers.).

До водоростей належали осциляторія перлиноподібна (*Oscillatoria margaritifera* Kütz. ex Gomont), формідій коротший (*Phormidium breve* (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek), галамфора блакитна (*Halamphora veneta*

(Kütz.) Levkov), лютікола сніжна (*Luticola nivalis* (Ehrenb.) D.G. Mann), табуларія табличчаста (*Tabularia tabulata* (C. Agardh) Snoeijs), ульнарія ліктьова (*Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compere), ханцшія двогостра (*Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow), хлорела звичайна (*Chlorella vulgaris* Beijer), ризоклоніум ієрогліфічний (*Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kütz.), кластерій голковий (*Closterium acerosum* Schrank ex Ralfs), кластерій кластерієподібний (*C. closterioides* (Ralfs) Luns et Peeters) та кластерій місячний (*Closterium lunula* Ehrenb. et Hemprich ex Ralfs). Серед них були відмічені як макро- (1 вид), так і мікроскопічні (11) форми. Водорості були представлені аквальним (10) та терестріальним (4) комплексами. За рівнем організації зустрічалися одноклітинні (7), колоніальні (2) та багатоклітинні (3) форми. У відповідності до можливості руху були відмічені рухливі (4) і нерухливі (8) організми. За типом диференціації слані водоростей кокоїдні організми (9 видів) переважали над нитчастими (3).

За відношенням до мінералізації води переважають прісноводні (9 видів) форми у порівнянні з солонуватоводними (3). У відповідності до рН середовища водорості віддають перевагу лужній реакції середовища (алкаліфіли – 8, індіференти – 4). Більшість водоростей – мешканці помірно забруднених вод і ґрунтів (α -мезосапроби – 5, β -мезосапроби – 3, олігосапроби – 2, α - β -мезосапроби – 1). Згідно біогеографічного розподілу видів альгофлора району дослідження представлена космополітною групою (12 видів).

У лісопарку мешкали багаточисельні гриби, серед яких розрізняють їстівні і отруйні гриби. Їстівні гриби були представлені піддубником (*Boletus luridus* Fr.), моховиком тріщинуватим (*Xerocomellus chrysenteron* (Bull) Sutar), печерицею польовою (*Agaricus arvensis* (Schaeff.) Secr.), печерицею лісовою (*Agaricus silvaticus* (Schaeff.) Secr.), печерицею луковою (*Agaricus campestris* (L.) Fr.), сироїжкою гребінчастою (*Russula pectinatus* Fr. ex Pers.) та гливою звичайною (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm.) (фототабл. 1). Серед отруйних грибів були відмічені біла (*Amanita phalloides* (Fr) Link) і біла (*Amanita virosa* (Fr.) Bertill.) поганки, тонка (*Paxillus involutus* (Batch) Fr.) і товста (*Tapinella atroromentosa* Sutar) свинухи. У лісопарку також можна знайти гнойовик сірий (*Coprinopsis atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys, Moncalvo), колібію лісолюбиву (*Gymnopus driophilus* (Bull) Murrill, рамарію жовту (*Ramaria flava* (Schaeff) Quel.), хрящ-молочник золотисто-жовтий ліловіючий (*Lactarius chrysorrheus* Fr.) та хрящ-молочник дубовий (*Lactarius quietus* Fr.). Серед шапинкових грибів домінували у дубовому гаю сироїжка гребінчаста, на березовій галявині – печериця польова. В якості субдомінантів траплялися моховик тріщинуватий, гнойовик сірий і колібія лісолюбива.

Зрідка тут можна зустріти білду і білу поганку, тонку і товсту свинуху, дубовий і золотисто-жовтий ліловіючий хрящ-молочники.

Крім шапинкових грибів у парку живуть також гастероміцети і трутовики. Гастероміцети були дуже різноманітні за формою, розмірами і кольорами пло-



1



2



3



4



5



6

Фототаблиця 1

Гриби: 1 – *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.; 2 – *Lepiopus sulphureus* (Fr.) Bond. et Sing.; 3 – *Agaricus arvensis* (Schaeff.) Secr.; 4 – *Cerioporus squamosus* (Huds.) Quel.; 5 – *Boletus luridus* Fr.; 6 – *Russula pectinatus* Fr. ex Pers. (фото Герасимюка В. П.)

дових тіл. До гастероміцетів належали веселка звичайна (*Phallus impudicus* (L.) Pers.), дощовик їстівний (*Lycoperdon perlatum* Pers.), дощовик грушоподібний (*Lycoperdon pyriforme* Pers.), дощовик померанчевий (*Scleroderma aurantium* Pers.), головач мішковидний (*Calvatia utriformis* (Pers.) Jaap.), зірочник торочкуватий (*Gaeastrum fimbriatum* (Fr.) Fisch.), келих Олла (*Cyathus olla* (Batch: Pers.) Pers.). На різних деревах паразитували березовий гриб (*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilat), трутовик березовий (*Piptoporus betulinus* (Bull.) Karst.), трутовик справжній (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.), трутовик плаский (*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat.), трутовик несправжній сливовий (*Phellinus pomaceus* (Pers.) Maire), трутовик сірчано-жовтий (*Letiporus sulphureus* (Fr.) Bond. et Sing.), трутовик щитино-волосистий (*Inonotus hispidus* (Bull.) Karst.), трутовик лускатий (*Cerioporus squamosus* (Huds.) Quel.), треметес різнокольоровий (*Tremetes versicolor* (L.) Lloyd) та стереум жорстко-волосистий (*Stereum hirsutum* (Fr.) Gray). На листках клена і дуба іноді можна зустріти борошнисту росу клена (*Sawadaea bicomis* (Wallroth) Homma) і дуба (*Microsphaera alphitoides* Griffon et Maubl.).

Серед екологічних груп грибів траплялися мікоризоутворювачі (12 видів), ксилофіли (10), сапрофіти (13), паразити (12) і копрофіли (1).

Гілки більшості дерев були вкриті лишайниками: стінною золотянкою (*Xanthoria parietina* (L.) Fr.) і фісцією сірою (*Physcia grisea* (Lam.) Zahlbr.). Раніше лишайники належали до відділу *Lichenophyta*, зараз за сучасною систематикою вони відносяться до відділу *Ascomycota*.

Відділ моховидних (*Bryophyta*) був представлений 3 видами барбулею напівдужовою (*Barbula undiculata* Hedw.), брієм волосоподібним (*Bryum capillare* Hedw.) і політріхом волосконосним (*Polytrichum piliferum* Hedw.), які зустрічались на ґрунті і корі деяких дерев (дубі звичайному).

До папоротеподібних (*Polypodiophyta*) належав 1 вид страусник звичайний (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.).

Голонасінні рослини (*Pinophyta*) були представлені поодинокими деревами, які росли біля заправних станцій. До них відносилися кедр ліванський (*Cedrus libani* A. Rich.), тис ягідний (*Taxus baccata* L.), таксодіум дворядний (*Taxodium distichum* (L.) Rich.), ялина колюча (*Picea pungens* Engelm), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) та туя західна (*Thuja occidentalis* L.) (фототабл. 2).

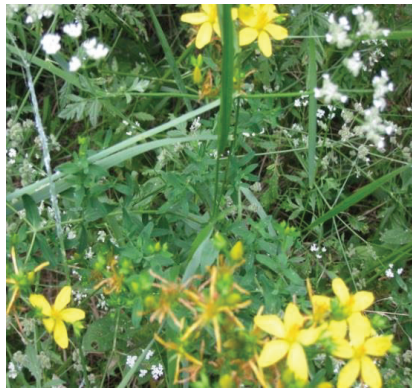
Покритонасінні (*Magnoliophyta*) були представлені деревами (27), кущами (19) і трав'янистими рослинами (68). Серед дерев покритонасінних рослин домінували дуб звичайний (*Quercus robur* L.), грецький горіх (*Juglans regia* L.), клен звичайний (*Acer platanoides* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth), тополя пірамідальна (*Populus italica* (Du Roi) Moench) та айва довгаста (*Cydonia oblonga* Mill.). Менш поширеними були ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia* L.), кельрейтерія волотиста (*Koeleruteria paniculata* Laxm.), слива степова (*Prunus stepposa* Kotov). Інколи зустрічались яблуня домашня (*Malus domestica* Borkh.), груша звичайна (*Pyrus communis* L.), в'яз гладкий (*Ulmus*



1



2



3



4



5



6

Фототаблиця 2

Вищі рослини: 1, 2 – *Cedrus libani* A. Rich.; 3 – *Hypericum perforatum* L.; 4 – *Ficaria verna* Huds aggr.; 5 – *Coronilla varia* L.; 6 – *Laburnum anagyroides* Medik. (фото Герасимюка В. П.).

laevis Pall.), черемха звичайна (*Padus avium* L.), вишня звичайна (*Cerasus vulgaris* Mill.), черешня (*Cerasus avium* (L.) Moench, платан західний (*Platanus occidentalis* L.), клен трилопатевий (*Acer monspessulanum* L.), клен польовий (*A. campestre* L.), клен ясенolistий (*A. negundo* L.), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), айлант найвищий (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), липа серцелистна (*Tilia cordata* L.), гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos* L.), каркас південний (*Celtis australis* L.) та шовковиця чорна (*Morus nigra* L.).

Видовий склад кущів є також різноманітний. До них належали барбарис звичайний (*Berberis vulgaris* L.), бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.), бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), жасмин кущовий (*Jacminum fruticans* L.), форзиція європейська (*Forsythia europea* Degen et Bold.), калина гордовина (*Viburnum lantana* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), самшит вічно-зелений (*Buxus sempervirens* L.), свидина кров'яна (*Swida sanguinea* (L.) Opiz), скумпія звичайна (*Cotinus coggygria* Scop.), повій звичайний (*Lycium barbatum* L.), сніжноягідник звичайний (*Symphoricarpos orbicularis* Moench.), спірея Вангута (*Spiraea vanhouttei* (Briot) Zabel), золотий дощ звичайний (*Laburnum anagyroides* Medik.), смородина золотиста (*Ribes aureum* Pursh), гортензія великолиста (*Hydrangea macrophylla* DC) та шипшина собача (*Rosa canina* L.). З них домінували свидина кров'яна та бирючина звичайна. Менш поширеними серед кущів є бузок звичайний і жасмин кущовий. Інші кущі траплялися зрідка.

Переважають наведених рослин становлять синантропну флору й серед них є адвентивні, що поширюються на порушених екотопах (вздовж доріг). З вищенаведених трав'янистих рослин широко розповсюджені в лісопарку кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg. aggr.), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.), гринделія розчепірена (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal), деревій майже звичайний (*Achillea submillefolium* Klokov et Krytzka), полин австрійський (*Artemisia austriaca* Jacq.), ячмінь мишачий (*Hordeum murinum* L.). Менш поширеними серед трав'янистих рослин були подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), гірчак звичайний (*Polygonum aviculare* L.), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* R. Br.), люцерна румунська (*Medicago romanica* Roth). Серед трав'янистих рослин також зареєстровано звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), лободу білу (*Chenopodium album* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), полин однорічний (*Artemisia annua* L.), суниця зелені (*Fragaria viridis* Duchesne), соняшник бульбистий (*Helianthus tuberosus* L.), м'яточник чорний (*Ballota nigra* L.), глуху кропиву пурпурову (*Lamium purpureum* L.), гострицю лежачу (*Asperuga procumbens* L.), подорожник великий (*Plantago major* L.), щавель кінський (*Rumex confertus* Willd.), гравілат міський (*Geum urbanum* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), щирицю загнуту (*Amaranthus retroflexus* L.), конюшину гібридну (*Trifolium hybridum* L.), конюшину повзучу (*T. repens* L.), конюшину польову (*T. arvensis* L.), кінський часник черешковий (*Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara

et Grande), буркун лікарський (*Mellilotus officinalis* (L.) Pall.), чину бульбисту (*Lathyrus tuberosus* L.), жовтозілля весняне (*Senecio vernalis* Walst et Kit.), перстач сріблястий (*Potentilla argentea* L.), молочай степовий (*Euphorbia stepposa* Zoz et Prokh.), парolist звичайний (*Zygophyllum fabago* L.), резеду жовту (*Reseda lutea* L.), ромашку обідрану (*Matricaria recutita* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), дворятник тонколистий (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC), рутку дрібноквіткову (*Fumaria parviflora* Lam.), грястицю звичайну (*Dactylis glomerata* L.), лопух справжній (*Arctium lappa* L.), дикий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), осот щетинистий (*Cirsium setosum* (Wild.) Besser), будяк кучерявий (*Carduus crispus* L.), волошку розлогу (*Centaurea diffusa* Lam.), скерду галузисту (*Crepis ramosissima* D'Urv.), підмаренник одеський (*Galium odessanum* Klokov), грабельки звичайні (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her. ex Aiton), злинку гостру (*Erigeron acris* L.), плющ звичайний (*Hedera helix* L.), ториліс польовий (*Torilis arvensis* (Huds.) Link, дивину ведмежу (*Verbascum thapsus* L.), фіалку приємну (*Viola suavis* M. Bieb.), амброзію полинолисту (*Ambrosia artemisiifolia* L.), хміль звичайний (*Humulus lupulus* L.), тонконіг однорічний (*Poa bulbosa* L.), козельці великі (*Tragopogon major* Jacq.), кунічник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), гикавку сіру (*Berteroa incana* (L.) DC) та кислицю звичайну (*Oxalis stricta* L.).

Види тис ягідний (*Taxus baccata* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), бузок звичайний, буркун білий (*M. albus* Medik.), золотий дощ звичайний (*Laburnum anagyroides*), кардарія крупноподібна (*Cardaria draba* (L.) Desv.), нетреба ельбінська (*Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz.), пшінка весняна (*Ficaria verna* Huds. aggr.), в'язіль барвистий (*Coronilla varia* L.), синяк звичайний (*Echium vulgare* L.), сніжнягидник звичайний (*Symphoricarpos orbiculatus* L.) і чистотіл звичайний (*Chelidonium majus* L.) є отруйними рослинами.

У відповідності з гідроморфами ксеромезофітів нараховувалося 70, мезофітів – 38, ксерофітів – 5, гігрофітів – 1 вид.

За відношенням до геліоморфи геліофітів було 68, сціогеліофітів – 46.

За народногосподарським значенням серед покритонасінних рослин було виявлено медоносних – 49, декоративних – 44, лікарських – 43, бур'янів – 37, кормових – 32, фарбувальних – 25, олійних – 28, вітамінних – 26, їстівних – 26, дубильних – 17, отруйних – 14, технічних – 10 і інсектицидних – 3 види рослин. Згідно Червоної книги України [13] серед усіх наведених рослин лише тис ягідний охороняється законом України.

Висновки

Вперше досліджено флору Аеропортівського лісопарку м. Одеса, що склала 173 види, які належали до 156 родів, 60 родин, 37 порядків, 13 класів, 10 відділів, 4 царств та 2 доменів. Видовий склад її був багатим і різноманітним та представлений різними організмами: водоростями (12 видів), грибами (35), лишайниками (2), мохами (3), папоротями (1), голонасінними (6) і покритона-

сінними (114) рослинами. Головну роль у неї відігравали представники покритонасінних рослин (114 видів). Відділ *Magnoliophyta* був представлений деревами (27 видів), кущами (19) і трав'янистими рослинами (68). У лісопарку нараховувалось близько 20 тисяч особин різних дерев і 50 тисяч кущів.

Стаття надійшла до редакції 14.01.2022

Список використаної літератури

1. Барінова С.С. Альгоіндикація водних об'єктів України: методи і перспективи / С.С. Барінова, О.Л. Білоус, П.М. Царенко. Хайфа, Київ, 2020. – 367 с.
2. Васильєва Т.В. Конспект флори Одеси / Т.В. Васильєва, В.В. Немерцалов, С.Г. Коваленко. – Одеса: Освіта України, 2019. – 395 с.
3. Васильєва Т.В. Энциклопедия Куяльницького лимана [в 8 т.]. Т. 1. Сосудистые растения побережья Куяльницького лимана / Т.В. Васильєва, А.А. Еннан, Г.Н. Шихалеева. – Одесса: Освіта України, 2017. – 335 с.
4. Визначник грибів України. Аскоміцети. – К.: Наук. думка, 1969. – Т. 2. – 516 с.
5. Визначник прісноводних водоростей України. – К.: Вид-во АН України, 1938–1993. – Т. 1–12.
6. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьєва, Н.П. Масюк и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
7. Гарибова Л.В. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / Л.В. Гарибова, Ю.К. Дундин, Т.Ф. Коптяева, В.Р. Филін. – М.: Мысль, 1978. – 365 с.
8. Герасимюк В.П. Энциклопедия Куяльницького лимана [в 8 т.]. Т. 2. Водоросли / В.П. Герасимюк, А.А. Еннан, Г.М. Шихалеева. – Одеса: Астропринт, 2020. – 448 с.
9. Герасимюк Н.В. Флора аеропортівського лісопарку міста Одеси / Н.В. Герасимюк, В.П. Герасимюк // Матер. III Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених “Наукові читання імені В.М. Виноградова”. – Херсон, 2021. – С. 90–94.
10. Голубкова Н.С. Определитель лишайников средней полосы европейской части СССР / Н.С. Голубкова. – М.–Л.: Наука, 1966. – 266 с.
11. Гусяков Н.Е. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов / Н.Е. Гусяков, О.А. Захоронец, В.П. Герасимюк. – К.: Наук. думка, 1992. – 252 с.
12. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Пліута. – Київ: Наук. думка, 1994. – 280 с.
13. Доброчаева Д.Н. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
14. Дудка И.А. Справочник миколога и грибника / И.А. Дудка, С.П. Вассер. – К.: Наук. думка, 1987. – 536 с.
15. Електронна європейська база вищих рослин (<http://www.cambridge.org/core/series/flora...>).
16. Електронна міжнародна база грибів (<http://www.indexfungorum.org/BSM/bsm.asp>).
17. Зерова М.Я. Визначник грибів України / М.Я. Зерова, П.Є. Сосін, Г.Л. Роженко. К.: Наук. думка, 1979. – Т. 5, Кн. 2. – 564 с.
18. Лазаренко А.С. Определитель листовных мхов Украины / А.С. Лазаренко. – К.: Изд-во АН УССР, 1970. – 466 с.
19. Червона книга України. Рослинний світ. – Київ: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
20. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 1. *Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Raphidophyta*, *Phaeophyta*, *Dinophyta*, *Cryptophyta*, *Glaucocystophora* and *Rhodophyta* / Eds.: P.M. Tsarenko, S. Wasser and E. Nevo. – Rugell: A.R.G. Gantner Verlag, 2006. – 713 p.; Vol. 2. *Bacillariophyta*. – 2009. – 413 p.; Vol. 3. *Chlorophyta*. – 2011. – 511 p.; Vol. 4. – *Charophyta*. – 2014. – 703 p.
21. Flora Europaea. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1964–1993. – Vol. 1–5.
22. Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publ. / G.M. Guiry, M.D. Guiry. – Natl. Univ. Ireland Galway. 2022. <https://www.algaebase.org>.
23. Hindák F. Klíč na určování výtrusných rostlin / F. Hindák, J. Komárek, P. Marvan, J. Ruzička. – Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatelstvo, 1975. – 396 s.
24. Krammer K. *Bacillariophyceae* / K. Krammer, H. Lange-Bertalot // Susswasserflora von Mitteleuropa. – Bd. 2/1–4. – Stuttgart; New York: G. Fischer Verlag, 1986–2001.
25. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1978–2001. – Bd. 1–19.

В. П. Герасимюк¹, Н. В. Герасимюк²

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра гідробіології та загальної екології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: gerasimyuk2007@ukr.net

²Одеський національний медичний університет, кафедра фармакогнозії і технології ліків, вул. Ольгіївська, 4, Одеса, Україна, e-mail: nataliyal.gv@gmail.com

ФЛОРА АЕРОПОРТІВСЬКОГО ЛІСОПАРКУ МІСТА ОДЕСА

Резюме

Вступ. До складу флори району дослідження належали водорості, гриби, лишайники і вищі рослини (мохи, папороті, голонасінні і покритонасінні). Вони відіграють важливу роль в екосистемі Аеропортівського лісопарку м. Одеси, створюють первинну органічну речовину, виділяють кисень, утилізують вуглекислий газ, збагачують ґрунти азотними речовинами, розкладають рештки органічних речовин і переробляють їх на неорганічні та є їжею та прихистком для багатьох безхребетних (черв'яків, молюсків, комах) і хребетних (плазунів, птахів, ссавців) організмів.

Мета. Метою роботи було вивчення флористичного різноманіття Аеропортівського лісопарку м. Одеса.

Методика. Вперше досліджено флору Аеропортівського лісового масиву протягом 2015–2022 років маршрутним методом. Визначення видового складу водоростей, грибів, лишайників, вищих рослин здійснювали світловою мікроскопією за допомогою загальновідомих визначників, атласів, монографій.

Основні результати. Флора лісопарку «Аеропортівський» складається з 173 видів (173 внутрішньо видові таксони), які належали до 156 родів, 60 родин, 37 порядків, 13 класів, 10 відділів, 4 царств та 2 імперій (доменів). До складу флори входили нижчі (*Thallophyta*) і вищі (*Embryophyta*) рослини. Нижчі рослини були представлені *Algae* (12 видів), *Mycota* (35) і *Lichenophyta* (2), вищі – *Bryophyta* (3), *Polypodiophyta* (1), *Pinophyta* (6) і *Magnoliophyta* (114). Характерною рисою таксономічного різноманіття було домінування покритонасінних рослин (114 видів) у видовому складі флори лісопарку. Найбільш представленими за кількістю видів були провідні родини *Asteraceae* (20), *Rosaceae* (13 видів), *Fabaceae* (11), *Brassicaceae* (6), *Poaceae* (5), *Oleaceae* (5), *Aceraceae* (4), *Fagaceae* (2), *Lamiaceae* (2) та *Plantaginaceae* (2). Провідні роди *Acer* L. (4 види), *Agaricus* L. (3), *Artemisia* L. (4), *Medicago* L. (3), *Prunus* L. (3), *Trifolium* L. (3), *Closterium* Nitzsch ex Ralfs (3), *Amanita* Pers. (2), *Lactarius* Pers. (2) та *Plantago* L. (2) склали основу флори лісопарку. Найбільш цікавими флористичними знахідками вважаємо знаходження у флорі парку наступних видів: кластерій кластерієподібний (*Closterium closterioides* (Ralfs) Luns et Peweters), келих Ола (*Cyathus olla* (Batsch) Pers.).

Висновки. Вперше у флорі Аеропортівського лісового масиву виявлено 173 види (173 внутрішньо видові таксони), що відносились до 156 родів, 60 родин, 37 порядків, 13 класів, 10 відділів, 4 царств та 2 імперій (доменів). Серед них знайдено 12 видів водоростей, 35 грибів, 2 лишайника, 3 мохи, 1 папороть, 6 голонасінних і 114 видів покритонасінних рослин.

Ключові слова: флора; альгофлора; мікофлора; ліхенофлора; бріофлора; флора судинних рослин; лісопарк «Аеропортівський»; м. Одеса.

V.P. Gerasimiuk¹, N.V. Gerasimiuk²

¹Odesa Mechnykov National University, Department of Hydrobiology and General Ecology, 2, Dvoryanska Street, 65082, Odesa, Ukraine,

e-mail: gerasimiyuk2007@ukr.net

²Odesa National Medical University, Department of Pharmacognosy and Technologies of medications, 4, Olgievskaya Street, Odesa, Ukraine,

e-mail: nataliyal.gv@gmail.com

FLORA OF ODESA AIRPORT FOREST PARK

Abstract

Introduction. The flora of the area of study included algae, fungi, lichens and higher plants (mosses, ferns, golonasin and angiosperm). They play an important role in the ecosystem of the Airport Forest Park. Odesa, create primary organic matter, emit oxygen, dispose of carbon dioxide, enrich the soil with nitrogen substances, decompose the remains of organic substances and process them into inorganic and are food and shelter for many invertebrates (worms, mollusks, insects) and vertebrates (reptiles, birds, mammals) organisms.

Aim. The purpose of the work was to study the floristic diversity of the Airport Forest Park in Odessa.

Methods. For the first time, the flora of the Airport forest was investigated during 2015–2022 by the route method. Determination of the species composition of algae, fungi, lichens, higher plants was carried out by light microscopy with the help of many determinists, atlases, monographs.

Results. The flora of the forest park «Airportivsky» consists of 173 species (173 inland species taxa), which belonged to 156 genera, 60 families, 37 orders, 13 classes, 10 departments, 4 kingdoms and 2 empires (domains). The flora consisted of lower (*Thallophyta*) and higher (*Embryophyta*) plants. Lower plants were represented by algae (12 species), fungi (35) and lichens (2), higher – mosses (3), ferns (1), golonosin (6) and angiosperms (114). A characteristic feature of the taxonomic diversity was the dominance of angiosperms (114 species) in the species composition of the flora of the forest park. The most represented species were the leading families *Asteraceae* (20 species), *Rosaceae* (13), *Fabaceae* (11), *Brassicaceae* (6), *Poaceae* (5), *Oleaceae* (5), *Aceraceae* (4), *Fagaceae* (2), *Lamiaceae* (2) and *Plantaginaceae* (2). Leading genera of *Aser* L. (4 species), *Artemisia* L. (4), *Agaricus* L. (3), *Medicago* L. (3), *Prunus* L. (3), *Trifolium* L. (3), *Closterium* Nitsch ex Ralphs (3), *Amanita* Pers. (2), *Lactarium* Pers. (2) and *Plantago* L. (2) formed the basis of the flora of the forest park. The most interesting floral finds are found in the flora of the park of the following species: closterium closteroid (*Closterium closterioides* (Ralfs) Luns et Peweters), glass Ola (*Cyathus olla* (Batsch) Pers.).

Conclusions. For the first time in the flora of the Airport forest found 173 species (173 inland species taxa), belonging to 156 genera, 60 families, 37 orders, 13 classes, 10 divisions, 4 kingdoms and 2 empires (domains). Among them were found 12 species of algae, 35 fungi, 2 lichens, 3 mosses, 1 fern, 6 gymnosperms and 114 species of angiosperms.

Keywords: flora; algoflora; mycoflora; lihenoflora; bryoflora; flora of vascular plants; forest park «Airport»; city of Odesa.

References

1. Barinova S.S., Belous E.P., Tsarenko P.M. (2019) "Algoindication of Ukraine's water facilities: methods and perspectives" ["Algoindikatsiya vodnyh obektov: metody i perspektivy"], Haifa, Kyiv, 367 p.
2. Vasileva T. V., Nemerzalov V.V., Kovalenko S.G. (2019) "Summary of flori of the Odesa" ["Konspekt flory Odesy"], Odesa: Osvita Ukraine, 395 p.
3. Vasileva T. V., Ennan A.A., Shikhaleeva G.M. (2017) "Encyclopedia of Kyalnik estuary". Vol. 1. Vascular plants of the coast of Kyalnytskyi estuary ["Encyclopediya Kyalnitskogo limana. T. 1. Sosudistye rastenia poberezhya Kyalnitskogo limana"], Odesa: Osvita Ukraine, 335 p.
4. "Determinant of fungi of Ukraine. Ascomyceti" (1969) ["Vysnchnik grybiv Ukrainy. Ascomycety"], Kyiv: Nauk. Dumka Press, 516 p.
5. "The key to freshwater algae of Ukraine" (1938–1993) ["Vysnchnik prysnovodnykh vodorostei Ukrainy"], Kiev, Vol. 1–12.
6. "Algae: Reference Book" (1989) ["Vodorosli: Spravochnik"]. Eds. S.P. Wasser et al. Kiev: Nauk. Dumka Press, 608 p.
7. Garibova L.V., Dundin U.K., Koptyaeva T.F. et al. (1978) "Algae, lichens and bryophytes of the USSR" ["Vodorosli, lishayniki i mohoobraznye SSSR"]. M.: Mysl, 365 p.
8. Gerasimiuk V.P., Enann A.A., Shikhaleeva G.M. (2020) "Encyclopedia of Kyalnik estuary". Vol. 2: Algae. ["Encyclopediya Kyalnitskogo limanu"], T. 2: Vodorosti, Odesa: Astroprint, 448 p.
9. Gerasimiuk N.V., Gerasimiuk V.P. (2021) "Flora of Odesa airport forest park" Mater. III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of the Republic of V.M. Vinogradov. ["Flora Aeroportivskogo lisovogo masivu"], mater. III vseukrainskoye naukovopractical conference zdobuvachiv vishchoi osviti ta molodikh vchenikh "naukovi chitannya imeni V.M. Vinogradova", Herson, P. 90–94.
10. Golubkova N.C. (1966) "Determinant of lichens of the middle band of the European part of the USSR" ["Opredelitel lishaynikov sredney polosy evropeyskoy chasti SSSR"], M.-L.: Nauka, 266 p.
11. Guslyakov N.E., Zakordonets O.A., Gerasimiuk V.P. (1992) "Atlas of diatom algae of benthos of the North-Western Black Sea and adjacent waters" ["Atlas diatomovykh vodoroslei bentosa severo-zapadnoi chasti Chernogo morya i prilegayuschih vodoemov"], Kiev: Nauk. dumka Press, 252 p.
12. Didukh Y.P., Pluta P.G. (1994) "Fitoindication of enviromentl factors" ["Fitoindicatiya ekologichnyh factoriv"], Kiev: Nauk. dumka Press, 280 p.
13. Dobrochaeva D.N., Kotov M.I., Prokudin U.N. et al. (1987) "Determinant of higher plants of Ukraine" ["Opredelitel vyshix rasteniy Ukrainy"], Kyiv: Nauk. Dumka Press, 548 p.
14. Dudka I.A., Wasser S.P. (1987) "Reference Book of mycologist and mushroom picker" ["Spravochnik mikologa i gribnika"], Kyiv: Nauk. Dumka Press, 536 p.
15. Electron's base of higher plant (<http://www.cambridge.org/core/series/flora...>).
16. Electron's international base of fungi (<http://www.indexfungorum.org/BSM/bsm.asp>).
17. Zerova Mya, Sosin P.E., Rozhenko G.L. (1979) "Determinant of fungi of Ukraine", Vol. 5, Book 2 ["Vysnchnik grybiv Ukrainy"], T. 5, Kn. 2, Kyiv: Nauk. dumka Press, 564 p.
18. Lazarenko A.S. (1970) "Determinant of deciduous mosses of Ukraine" ["Vysnchnik listvenyix mhov Ukrainy"], Kyiv: Izd-vo AN USSR, 466 p.
19. "Red book plants of Ukraine" (2009) ["Chervona knyga Ukrainy. Roslynyi svit"]. Kyiv: Globalconsalting, 912 p.
20. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 1. *Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophora* and *Rhodophyta* / Eds.: P.M. Tsarenko, S. Wasser and E. Nevo. – Rugell: A.R.G. Gantner Verlag, 2006. – 713 p.; Vol. 2. *Bacillariophyta*. – 2009. – 413 p.; Vol. 3. *Chlorophyta*. – 2011. – 511 p.; Vol. 4. – *Charophyta*. – 2014. – 703 p.
21. Flora Europaea. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1964–1993. – Vol. 1–5.
22. Guiry G.M., Guiry M.D. *AlgaeBase*. World-wide electronic publ., Natl. Univ. Ireland, Galway. 2022. <https://www.algaebase.org>.
23. Hindák F. Klúč na určovanie výtrusných rastlín / F. Hindák, J. Komárek, P. Marvan, J. Ruzička. – Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1975. – 396 s.
24. Krammer K., Lange-Bertalot H. (1986–1991) *Bacillariophyceae*. Subwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/1–4.
25. Sußwasserflora von Mitteleuropa. – Jena: Gustav Fisher Verlag, 1978–2001. – Bd. 1–19.

DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259925](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259925)

УДК 581.4:615.322

Б. В. Приступа, к. б. н., доцент**С. І. Богату**, к. мед. н., старший викладач**Я. В. Рожковський**, д. мед. н., професорОдеський національний медичний університет, фармацевтичний факультет,
кафедра фармакології та фармакогнозії, Валіховський провулок, 2., м. Одеса,
Україна, e-mail: bodernet@meta.ua

ФАРМАКОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИН РОДУ *DAUCUS* (ОГЛЯД)

В статті наведено данні щодо фітохімічного складу та медичного застосування рослин роду Морква родини селерових. Визначені ботанічні особливості найбільш поширених на території України представників роду *Daucus*, а саме моркви посівної та моркви дикої, вивчені фітохімічний склад та особливості медичного застосування представників роду *Daucus* в народній та офіційній медицині різних країн світу, а також особливості їх фармакологічної активності та перспективи щодо подальшого вивчення.

Ключові слова: *Daucus carota* L.; морква посівна; морква дика; фармакохімічний склад; медичне застосування.

Кожного року зростає кількість повідомлень щодо побічних реакцій, отриманих внаслідок використання лікарських засобів синтетичного походження. Це в свою чергу підтримує та збільшує попит на лікарські засоби рослинного походження, що містять природні біологічно активні речовини [4].

Така тенденція підтверджена і даними ВООЗ, згідно з якими потреба на рослинну сировину постійно зростає як у країнах, що розвиваються, так і у розвинутих країнах. Український фармацевтичний ринок не стоїть осторонь світових тенденцій, про що свідчить щорічне збільшення кількості лікарських засобів рослинного походження на 5–7% [4].

Враховуючи значний інтерес до лікарських рослин та їх застосування в медицині, питання пошуку нових перспективних рослин чи використання вже давно відомих рослин, як джерело біологічно активних речовин (флавоноїдів, каротиноїдів, ефірних олій, кумаринів, сапонінів тощо), є актуальним [24].

Перспективною родиною для фітохімічного та фармакогностичного дослідження слід вважати родину селерові – *Apiaceae*, яка нараховує близько 300 родів і понад 3000 видів, поширених майже по всій земній кулі, але переважно у північній помірній зоні і в меншій кількості – в горах тропіків. У флорі України селерові нараховують 66 родів і 155 видів [7].

Одним з перспективних родів для детального фармакогностичного дослідження є рослини роду Морква (*Daucus*). Представники цього роду впродовж

століть використовуються в народній медицині різних країн і проявляють широкий спектр лікувальних властивостей [13, 14, 38], проте є недостатньо вивченими з фітохімічної та фармакологічної точки зору.

Мета дослідження: аналіз наукової літератури та баз даних PubMed Google Scholar щодо ботанічної характеристики, фітохімічного складу та медичного застосування рослин роду *Daucus*.

Ботанічна характеристика роду Морква

Рід Морква (*Daucus*) належить до родини селерові, або зонтичні – *Apiaceae* (*Umbelliferae*) та нараховує понад 60 видів, в тому числі моркву дику (*Daucus carota*) і моркву посівну (*Daucus sativus*), які найбільш розповсюджені по всій території Східної Європи. Рослини роду Морква здебільшого дворічні трав'янисті рослини [3].

Морква посівна (городня) та морква дика має потовщений м'ясистий корінь різної форми, розміру та кольору. В перший рік вегетації рослина з насіння розвиває розетку прикореневого листя з двічі або тричі перистою пластинкою і соковитий корінь, в якому і накопичуються основні харчові і корисні складові [2].

Коренева система – стрижнева з м'ясистим коренем. Розмір головного кореня може змінюватись в діапазоні від 5 до 35 см. При поперечному зрізі можна спостерігати внутрішній стрижень (серцевину) та зовнішній шар, який характеризується корою, вкритою тонкою шкіркою. Серцевина характеризується щільною консистенцією та менш інтенсивною забарвленістю в порівнянні з корою [10, 32].

На другий рік життя виростає суцвіття – складний зонтик з безліччю променів. Під час цвітіння зонтики плоскі, а потім вони стискаються. Стебло пряме, розгалужене, ребристе та покрите волосками. Рослина може сягати до 1 м. Квітка складається з важкопомітних зубців чашечки, 5 тичинок, маточки і 5 пелюсток. Пелюстки обернено-яйцеподібні, білі, кремові, рідше фіолетові [31].

Плід – двомерикарпій, яйцеподібної форми, видовжено-ребристий, розпадається на окремі напівплодики (перикарпії). На спинній опуклій стороні мерикарпія добре помітні 4 головних реберця з розташованим в один ряд довгим шипом; між головними реберцями видно 3 слабо виражених ниткоподібних реберця з двома рядами волосків. На черевній, злегка увігнутій стороні слабо виступають два реберця з двома рядами волосків. Колір – сірувато-зелений або коричневий з білими шипиками. Запах слабкий, смак гіркуватий, пряний, злегка пекучий. Розмір плодів – двомерикарпіїв – довжина 2,5–3,5 мм, ширина 2–2,75 мм, товщина 1,5 мм. Маса 1000 насінин – 1–1,25 г [6, 12].

Листки – 3 см у довжину та 0,5 см у ширину зібрані у розетку. Листки мають трикутну форму, дрібно-перисто-розсічені. Пластинка листка зелена, гладенька з паралельним жилкуванням. Листки розташовуються на довгих черешках різного ступеня опушення або голих. Рідше опушена і нижня частина листкової пластинки [1, 7].

Фітохімічний склад рослин роду Морква (*Daucus*)

Аналіз літературних джерел свідчить про наявність в лікарській рослинній сировині моркви дикої та посівної великого розмаїття біологічно активних речовин.

В. М. Shakheel et al. [42] & А. Е. Al-Snafi et al. [10] підтвердили, що в етанольному екстракті з коренів моркви посівної присутні кумарини, феноли, флавоноїди, алкалоїди та ефірні олії.

У дикій та посівній моркві є два типи каротиноїдів – каротини і ксантофіли. Основними каротиноїдами у коренях моркви є β -каротин (75%); α -каротин (23%); лютеїн (1,9%) та β -криптоксантин, лікопен та зеаксантин [26].

С. А. Kwiatkowski [27] в моркві дикій виявив флавоноїди, каротиноїди α - і β -каротин, аскорбінову кислоту, рибофлавін, ніацин, тіамін, токоферол та лютеїн. Значний вміст кверцетину, кемпферолу, хризитину та апінегіну міститься як в надземній так і підземній частинах моркви посівної, а вміст β -каротину, варіюється від 24,58–124,28 мг/кг та відмічається в усіх видах моркви посівної. Дослідженнями R. L. Jeyanthi [23] було встановлено максимальну кількість β -каротину в сировині, вона становила 183 мг/кг.

Аналогічними дослідженнями було визначено вміст каротиноїдів та ксантофілів у 17 сортах моркви, який становив від 0,54 до 48,6 мг/100 г та від 0,4 до 1,8 мг/ 100 г відповідно [10].

Kirsten A Leiss [25] у дослідженні стійкості різних сортів моркви на уразливість комахами (трипсами) підтверджує наявність в листках моркви дикої значної кількості флаваноїдного лютеоліну, фенілпропаноїдної синапінової кислоти та амінокислоти β -аланін. Негативний вплив цих сполук на трипси автор підтверджує за допомогою біологічних досліджень *in vitro* [25].

В коренях дикої моркви було виявлено гени, які беруть участь у біосинтезі лігніну, та визначено профілі їх експресії. Дослідження показали, що лігнін переважно відкладався в судинах ксилеми кореня моркви. Крім того, вміст лігніну постійно зменшувався під час розвитку коренів, що було досягнуто, можливо, за рахунок зменшення експресії генів, що беруть участь у біосинтезі лігніну [51].

Спектроскопічними дослідженнями біоактивних речовин в коренях дикої моркви (*Daucus carota*) підвиду *D. carota subsp. gummifer* та *D. carota subsp.* була встановлена наявність поліацетиленів та інших поширених рослинних компонентів, таких як крохмаль, пектин, целюлоза та лігнін [30].

Літературні дані свідчать, що морква багата фенольними кислотами, такими як п-гідроксибензойна, кофеїнова та хлорогенна кислоти, а також антоціанами [21].

Ізокумарини та фенольні кислоти – це потенційно гіркі сполуки, що містяться в шкірці моркви. Czera A., Hofmann T. [16] повідомили, що гіркий смак моркви спричинений терпеноїдами та водорозчинними фенолами, тому їх при-

сутність може бути використана як біологічний маркер для об'єктивної оцінки якості продуктів з моркви.

Фенольні сполуки присутні у високій концентрації в тканинах перидерми кореня моркви. Також корені моркви містять гідроксикоричні кислоти та її похідні. Sharma et al. [44] встановили, що хлорогенова кислота є основною гідроксикоричною кислотою, виявленою в різних тканинах моркви, в кількості від 42,2% до 61,8% від загальної кількості фенольних речовин. Концентрація фенольних сполук у різних тканинах кореня моркви зменшуються від шкірки (перидерми) до осового циліндру (ксилеми). Шкірка становить лише 11% від загальної ваги моркви, але містить 54,1% загальної кількості фенольних сполук, потім флоема (39,5%) і ксилема (6,4%). Однак концентрація залежить від сорту, способу екстракції та умов зберігання після збору врожаю та обробки [9, 53].

Морква посівна містить $27 \pm 1,7$ мкг/г галової кислоти [38], а вміст поліфенольних сполук коливається залежно від сорту та становить від 81,25 до 113,69 мг/кг [10]. Вміст флавоноїдів у 70% спирто-водних екстрактах свіжих коренеплодів моркви посівної складав 1,74 мг/100 г у перерахунку на кверцетин. Вміст фенольних сполук, які представлені в основному 3-гідроксибензойною, бензойною, п-кумаровою, хлорогеновою, кофейною, синапіною, феруловою та ізованіліною кислотами, в цьому екстракті складав 76,97 мг/100 г у перерахунку на галову кислоту [15].

Вміст полісахаридів варіюється між сортами, а також під час обробки та зберігання коренеплодів моркви. Нерозчинні волокна складаються з геміцелюлози і целюлози (50–92%), а також лігніну (4%) [11].

У результаті вивчення жирнокислотного складу плодів дикої та посівної моркви було встановлено кількісний вміст петрозелінової (59,35 мг/100 г), олеїнової (0,17 мг/100 г), лінолевої (11,82 мг/100 г), пальмітинової (10,01 мг/100 г), пальмітолеїнової (0,64 мг/100 г), арахідонової (0,81 мг/100 г) і стеаринової (2,41 мг/100 г) жирних кислот [39].

Листки моркви містять сесквітерпени, а β -бісаболени, β -азарони, α -пінен та елеміцини містяться в насінні та суцвіттях [10].

З більш ніж 1400 поліацетиленів, виявлених у рослинах, 12 було виділено з моркви. З них фалкаринол, фалкардіол та фалкардіол-3-ацетат є важливими в сучасній медицині поліацетиленами, які переважно містяться в коренях моркви. Інші дев'ять поліацетиленів, такі як (Е)-ізофалкарінолон, фалкардіол-8-ацетат, 1,2-дигідрофалькаріндіол-3-ацетат, (Е)-фалькаріндіолон-8-ацетат, (Е)-фалькаріндіолон-9-ацетат, 1,2-дигідрофалькаріндіол, (Е)-1-метокси-фалькаріндіолон-8-ацетат, (Е)-1-метокси-фалкардіолін-9-ацетат і панаксидіол виділяли як з підземних так і з надземних частин рослин родини моркви [17, 42].

Аналіз літературних джерел свідчить про відмінності між сортами моркви щодо вмісту вітаміну С [29, 41]. За даними J. Matejková, K. Petříková [31], вміст вітаміну С у шістьох сортах моркви варіювався від 54 мг/кг до 132 мг/кг, тоді

як мінімальна концентрація була на рівні 21 мг/кг [47], а максимальна досягала 775 мг/кг [28]. Вітамін С в моркві може накопичуватися в хлоропластах і зустрічається майже у всіх частинах рослини. Темно-помаранчева морква містить у 4 рази більше вітаміну С, ніж жовта, пурпурова та помаранчева морква [36]. На концентрацію аскорбінової кислоти в моркві впливають численні фактори, такі як сорт, температура, якість повітря та вміст вуглекислого газу в ньому, обробка та зберігання.

Порівняння складу ефірної олії комерційної марки та видобутої з зонтиків місцевих популяцій дикої моркви виявило, що метил ізоевгенол (60,7%) був безумовно найпоширенішим компонентом олії комерційних марок, тоді як α -пінен (33,0%) та β -пінен (25,8%) були основними складовими ефірної олії, видобутої з місцевих популяцій дикої моркви [35].

Склад ефірної олії з плодів моркви дикої змінюється залежно від сорту, умов зростання та клімату [40]. До складу ефірної олії входять різноманітні сполуки, серед яких α -пінен, β -пінен, гераніол, геранілацетат, лімонен, α -терпінен, α -терпінеол, терпінен-4-ол, β -бісаболен, β -олемен, каріофілен, каріофілену оксид, 2-епілазерин, каротол, даукол та азарон [40]. Кількісне визначення вмісту ефірної олії у плодах моркви свідчить про її значний відсоток (1,01%), серед найбільш поширених сполук зустрічались каротол (66,78%), α -пінен (41,0%), сабінін (18,0%) і даукол (12,60%) [39].

Практика використання рослин роду Морква (*Daucus*) у офіційній та народній медицині

Використовують моркву, судячи з літературних джерел, вже довше 2 тисяч років. Підтверджують це розкопки археологів, зроблені ними в різних куточках Землі. Так, у Швейцарії під Берном, над свайними будівлями давнини в скам'янілостях були виявлені залишки моркви. При розкопках Стабія, Геркуланума і Помпеї, похованих під лавою вулкана Везувію в 79 р. н. е., були виявлені зображення пучків моркви на стінах древніх будинків цих міст.

В Стародавній Греції коренеплоди моркви вживалися для їжі, а насіння застосовувалися для лікування хвороб легенів. У Стародавньому Римі морква також користувалася величезною популярністю і вважалася королевою овочів.

В середні віка морква широко поширилася і стала використовуватися в країнах Європи, а звідти була завезена в Нову Зеландію, Австралію й Америку. З Середземномор'я морква дійшла до Придніпров'я, Причорномор'я, а потім, вже в 14–15 ст., мало – помалу поширилася далі [5].

В сучасній медицині морква відома своєю гепатопротекторною, антиоксидантною, антимікробною, протизапальною, седативною, гіпотензивною, вітрогінною, сечогінною, спазмолітичною, антиканцерогенною, протипухлинною, цитостатичною, гіперглікемічною, ранозагоювальною, імуностимулюючою та антисклеротичною дією [44, 45].

R. Soleti [48] виявив, що деякі екстракти моркви (сорт *Karotan*, *Presto*, *Blanche des Vosges*, *Bolero*) позитивно впливають на функції клітин гладких м'язів та гепатоцитів, адипоцитів, а також клітин ендотелію.

В роботі R.I. Taleb [49] ідентифіковано новий сексвітерпен – β -2-гімачален-6-ол, який продемонстрував потужну протипухлинну активність проти ракових клітин B16F-10, Caco-2, MB-MDA-231, A549 та SF-268. Було показано, що сексвітерпен індукує загибель клітин шляхом апоптозу, зменшує рухливість 2D клітин (аналіз загоєння ран) та 3D інвазію, а також збільшує адгезію клітин у клітинах SF-268. Крім того, β -2-гімачален-6-ол показав дуже низьку токсичність у мишей з $LD_{50} > 6000$ мг / кг маси тіла [49].

Доведено, що біоактивні сполуки чорної моркви знижують ризик появи серцево-судинних захворювань шляхом зниження рівня холестерину та глюкози в крові. До того ж, утворення холестерину в печінці знижується за рахунок пригнічення активності 3-гідрокси-3-метилглутарил-коферменту *A*-редуктази. Відбувається активація лімфоцитів, пригнічення проліферації клітин, протизапальний ефект, зменшення індексу маси тіла, зниження рівня тригліцеридів і артеріального тиску. Фенольні сполуки чорної моркви також корисні при зниженні ризику виникнення цукрового діабету [8, 52]. Так, за останніми дослідженнями встановлено зв'язок між сортами моркви, багатими на каротиноїди, та цукровим діабетом в сторону полегшення симптомів останнього.

Зменшення амілазної активності та посилення адсорбційна здатність глюкози харчовими волокнами моркви, можуть корегувати рівень глюкози в сироватці крові після їжі, в наслідок цього може зменшитись ризик розвитку цукрового діабету 2 типу [18, 19].

У досліджах C. Nicolle, N. Cardinault [36] спостерігали зменшення рівня холестерину та збільшення концентрації вітаміну Е в крові у щурів, які харчувались морквою, на відмінну від контрольної групи тварин, до раціону яких морква не входила. Це свідчить про те, що вживання моркви може мати захисний ефект проти серцево-судинних захворювань, пов'язаних з атеросклерозом [36].

Антигіпертензивний ефект екстрактів моркви пов'язують з наявністю кумаринів (DC-2 та DC-3), які в значній мірі знаходяться в багатьох сортах роду *Daucus*. Дозозалежне введення екстрактів різних сортів моркви викликало зменшення артеріального кров'яного тиску у щурів. Більше того, дослідження *in vitro* показало, що глікозидні сполуки, які містяться в екстракті, викликають спонтанне биття передсердь морських свинок та скорочення аорти кролика [20].

Ефірна олія насіння моркви, за результатами експериментальних досліджень, проявляє кардіо- та гепатопротекторні, антибактеріальні, протигрибкові, протизапальні, протигельмінтозні, знеболюючі властивості. Її використовують для профілактики катаракти і зниження внутрішньочерепного тиску, профілактики тромбозів, захворювань шлунковокишкового тракту, серцево-судинних захворювань, зокрема ішемічної хвороби серця, гіпохолестеринемії

і гіполіпідемії, раку, завдяки високому вмісту β -каротину для профілактики ксерофтальмії у дітей [12].

Ефірна олія насіння моркви сорту *Perfekcja* демонструє помірний інгібуючий вплив на ріст міцелію *Alternaria alternata* (найпопулярніший фітотоксичний гриб, що вражає моркву). Експериментально доведено, що хімічна сполука каротол суттєво стримує ріст грибів *Alternaria alternata* і зменшує радіальний розмір колонії [34]. Окрім *Alternaria alternata*, ефірне масло моркви пригнічує ріст штамів мікроорганізмів, а саме: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella Abony*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisia*, *Aspergillus brasiliensis*, *Candida utilis*, *Acinetobacter johnsonii*, *Moellerella wisconsensis*, *Staphylococcus hyicus*, *Micrococcus luteus* [40].

Спиртовий екстракт насіння *Daucus carota* демонструє протизапальну та знеболювальну дію. Дослідження протизапальної та знеболювальної ефективності проводили на каррагеніновому, гістаміновому, серотоніновому та фармаліновому запаленнях. Відмічається, що пероральне введення екстракту моркви посівної у концентраціях 200 та 400 мг/кг призводить до значного зменшення запального процесу у щурів [50]. Спиртові екстракти з коренеплодів моркви посівної, у виді мазевих лікарських засобів, помітно зменшують площу ран та прискорюють утворення епітелію [40].

В народній медицині настої з моркви посівної та дикої використовують для зменшення ризику утворення каменів в нирках, при циститі та як діуретичний засіб, як тонізуючий засіб та для стимулювання пологів [10]. Є відомості про використання екстрактів з плодів моркви дикої для регуляції менструального циклу [22].

Дослідження сучасного фармацевтичного ринку встановило, що наразі існує 10 лікарських засобів, а саме Евамільк (Італія), Арома-Детокс (Франція), Уролесан (Україна), Шарго, Вотешад (Велика Британія), Натурсель-С і Натур-Цинк (Чилі), Палатробіл, Гепатальгін та Метіоген (Аргентина), до складу яких входить морква. Переважно, вищезазначені лікарські засоби використовують для лікування гепатобіліарних та шлункових розладів, радикуліту, для посилення лактації, детоксикації та як антиоксидантні, сечогінні, жовчогінні та антисептичні засоби [40].

Висновок

Аналіз світового досвіду використання рослин роду *Daucus* у народній медицині, даних експериментальних досліджень щодо фітохімічного складу рослин даного роду та широкого спектру їх фармакологічної активності показав, що надземні та підземні органи різних видів рослин роду *Daucus* можна розглядати як перспективну сировину для проведення подальших наукових досліджень та створення на їх основі нових фітопрепаратів широкого спектру дії.

Список використаної літератури

1. Гродзинский М. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / За ред. академіка АН УРСР М. Гродзинського. – К.: Голов. ред. укр. рад. енциклопедії ім. М.П. Бажана, 1991. – 344 с.
2. Кисличенко О. А. Дослідження анатомічних ознак плодів моркви дикої та моркви посівної / О. А. Кисличенко, О. О. Соколова, А. Г. Котов, В. В. Процька, І. О. Журавель, Е. Е. Котова // Фармацевтичний часопис. – 2019. – № 2. – С. 40–46.
3. Кузьмина У. А. Корни моркови дикой как источник биологически активных соединений / У. А. Кузьмина // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. трудов. Пятигорск: Пятигорский медико-фармацевтический институт-филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России: тезисы докл. – Пятигорск, 2015. – Вып. 70. – С. 43–46.
4. Мінарченко В. М. Дослідження вітчизняного ринку лікарських засобів рослинного походження / В. М. Мінарченко, А. Ю. Бутко // Фармацевтичний часопис. – 2017. – № 1. – С. 30–36.
5. Народна медицина [Електронний ресурс] / Народна медицина. – Електрон. дані. – 2016. – Режим доступу: <http://mednarodna.com.ua/> – Назва з екрана.
6. Никитин А. А. Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений / А. А. Никитин, И. А. Папкова. – Л.: Наука. 1982. – 768 с.
7. Фармацевтична енциклопедія [Електронний ресурс] / Фармацевтична енциклопедія. – Електрон. дані. – Харків: НФаУ, 2022. – Режим доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/> – Назва з екрана.
8. Akhtar S. Black carrot (*Daucus carota* L.), dietary and health promoting perspectives of its polyphenols: A review / S. Akhtar, A. Rauf, M. Imran, M. Qamar, M. Riaz, M. S. Mubarak // Trends Food Sci. Technol. – 2017. – № 66. – P. 36–47.
9. Alasalvar C. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots / C. Alasalvar, M. Al-Farsi, P. Quantick, F. Shahidi, R. Wiktorowicz // Food Chem. – 2005. – № 89. – P. 69–76.
10. Al-Snafi A. E. Nutritional and therapeutic importance of *Daucus carota* – A review / Al-Snafi A. E. // Journal Of Pharmacy. – 2017. – Vol. 7, Iss. 2. – P. 72–88.
11. Arscott S. A. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. / S. A. Arscott, S. A. Tanumihardjo // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2010. – Vol. 9. – P. 223–239.
12. Ayeni E. A. Pharmacognostic evaluation of *Daucus carota* Linn. leaf (Apiaceae). / E. A. Ayeni, A. Ahmed, G. Ibrahim // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2017. – № 6 (5). – P. 2400–2405.
13. Bahrami R. Medicinal Properties of *Daucus carota* in Traditional Persian Medicine and Modern Phytotherapy / R. Bahrami, A. Ghobadi, N. Behnoud, E. Akhtari // J Biochem Tech. – 2018. – Special Issue (2). – P. 107–114.
14. Batooli H. The therapeutic effects of (*Daucus carota* subsp. *Carota*) and (*Daucus carota* subsp. *Sativus*) in traditional medicine and results of new research findings: A review study. / H. Batooli, M. R. Kasiri // Jiitm. – 2019. – № 10 (2). – P. 195–208.
15. Cwalina-Ambroziak B. Changes in the concentrations of phenolic acids in carrot plants inoculated with *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & Eddy / B. Cwalina-Ambroziak, A. Ryszard, M. Głosek et al. // Acta scientiarum Polonorum. – 2014. – № 13 (3). – P. 97–108.
16. Czepa A. Quantitative Studies and Sensory Analyses on the Influence of Cultivar, Spatial Tissue Distribution, and Industrial Processing on the Bitter Off-Taste of Carrots (*Daucus carota* L.) and Carrot Products. / A. Czepa, T. Hofmann, // J. Agric. Food Chem. – 2004. – № 52. – P. 4508–4514.
17. Dawid C. Bioactive C17-Polyacetylenes in Carrots (*Daucus carota* L.): Current Knowledge and Future Perspectives. / C. Dawid, F. Dunemann, W. Schwab, T. Nothnagel, T. Hofmann // J. Agric. Food Chem. – 2015. – № 63. – P. 9211–9222.
18. Dias J. S. Major Classes of Phytonutrients in Veg and Health Benefits: A Review / J. S. Dias // J of Nutritional Therapeutics. – 2012. – № 1. – P. 31–62.
19. Dias J. S. Nutritional Quality and Health Benefits of Veg: A Review / J. S. Dias // Food and Nutrition Sciences. – 2012. – № 3. – P. 1354–74.
20. Gilani A. H. Hypotensive Action of Coumarin Glycoside from *Daucus carot.* / A. H. Gilani, E. Shaheeri // Phytomedicine. – 2000. – № 7. – P. 423–426.
21. Gonçalves E. M. Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching / E. M. Gonçalves, J. Pinheiro, M. Abreu, T. R. S. Brandão, C. L. M. Silva // J. Food Eng. – 2013. – № 97. – P. 574–581.
22. Jansen G. C. Carrot seed for contraception: a review / G. C. Jansen, H. Wohlmuth // Australian Journal of Herbal Medicine. – 2014. – No. 26 (1). – P. 10–17. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/289343049>

23. Jeyanthi R. L. Extraction and purification of carotenoids from vegetables / R. L. Jeyanthi, S. Sharmila, M. P. Das et al. // *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. – 2014. – № 6 (4). – P. 594–598.
24. Karpiuk V. R. Жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.): аналітичний огляд поширення, хімічного складу, біологічної активності та медичного застосування / V. R. Karpiuk, S. L. Yuzkiv, L. R. Zhurakhivska, Y. T. Konechnyi, R. T. Konechna // *Фармацевтичний часопис*. – 2021. – № (3). – С. 74–82.
25. Kirsten A. L. An eco-metabolomic study of host plant resistance to Western flower thrips in cultivated, biofortified and wild carrots / A. L. Kirsten, G. Cristofori, R. Steenis, R. Verpoorte, P. G. L. Klinkhamer // *Phytochemistry*. – 2013. – № 93. – P. 63–70.
26. Klein C. S. Carotenoids in carrot. In *Pigments in fruits and vegetables* / C. S. Klein, M. Rodriguez-Concepcion // Springer, New York, NY. – 2013. – P. 217–228.
27. Kwiatkowski C. A. Content of some chemical components in carrot (*Daucus carota* L.) roots depending on growth stimulators and stubble crops / C. A. Kwiatkowski, M. Haliniarz, B. Kołodziej et al. // *Journal of Elementology*. – 2015. – № 20 (4). – P. 933–943.
28. Lachman J. Antioxidant contents and composition in some vegetables and their role in human nutrition. / J. Lachman, M. Orsak, V. Pivec // *Zahrad. Horticult. Sci.* – 2000. – № 27. – P. 65–78.
29. Lee S. K. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. / S. K. Lee, A. A. Kader // *Postharvest Biol. Technol.* – 2000. – № 20. – P. 207–220.
30. Maciej R. Spectroscopic Studies on Bioactive Polyacetylenes and Other Plant Components in Wild Carrot Root // R. Maciej, J. C. Dobrowolski, M. Baranska, R. Baranski // *Journal of Natural Products*. – 2011. – № 74 (8). – P. 1757–1763.
31. Matejkova J. Variation in Content of Carotenoids and Vitamin C in Carrots. / J. Matejkova, K. Petrikova // *Not. Sci. Biol.* – 2010. – № 2. – P. 88–91.
32. Mezghani N. Multivariate analysis of morphological diversity among closely related *Daucus* species and subspecies in Tunisia / N. Mezghani, J. B. Amor, D. M. Spooner [et al.] // *Genet. Resour. Crop Evol.* – 2017. – № 64. – P. 2145–2159. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0505-5>.
33. Miranda R. M. Physiological quality, anatomy and histochemistry during the development of carrot seeds (*Daucus carota* L.) / R. M. Miranda, D. C. F. Santos Dias, E. A. Toledo Picoli et al. // *Ciência e Agrotecnologia*. – 2017. – № 41(2). – P. 169–180.
34. Misiaka I. J. Antifungal Activity of Carrot Seed Oil and Its Major Sesquiterpene Compounds. / I. J. Misiaka // *Zeitschrift für Naturforschung*. – 2004. – № 59. – P. 791–96.
35. Muturi E. J. Bioactivity of Wild Carrot (*Daucus carota*, Apiaceae) Essential Oil Against Mosquito Larvae / E. J. Muturi, K. Doll, J. L. Ramirez, A. P. Rooney // *J Med Entomol.* – 2019. – № 16. 56(3) – P. 784–789.
36. Nicolle C. Effect of Carrot Intake on Cholesterol Metabolism and on Antioxidant Status in Cholesterol-Fed Rat. / C. Nicolle, N. Cardinault // *European J of Nutrition* – 2003. – № 42. – P. 254–261.
37. Nicolle C. Genetic Variability Influences Carotenoid, Vitamin, Phenolic, and Mineral Content in White, Yellow, Purple, Orange, and Dark-orange Carrot Cultivars. / C. Nicolle, G. Simon, E. Rock, P. Amouroux, C. Remesy // *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* – 2004. – № 129. – P. 523–529.
38. Oviasogie P. Determination of total phenolic amount of some edible fruits and vegetables. / P. Oviasogie, D. Okoro, C. Ndiokwere // *African J. Biotechnol.* – 2009. – № 8. – P. 2819–2820.
39. Özcan M. M. Chemical composition of carrot seeds (*Daucus carota* L.) cultivated in Turkey characterization of the seed oil and essential oil / M. M. Özcan, J. C. Chalchat // *Grasas y aceites*. – 2007. – № 58 (4). – P. 359–365.
40. Pavlyuk I. A Study of the Chemical composition and biological activity of extracts from Wild Carrot (*Daucus carota* L.) seeds waste / I. Pavlyuk, N. Stadnytska, I. Jasicka-Misiak et al. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2015. – № 6 (2). – P. 603–611.
41. Pokluda R. An assessment of the nutritional value of vegetables using an ascorbate-nitrate index. / R. Pokluda // *Veg. Crop. Res. Bull.* – 2006. – № 64. – P. 29–37.
42. Schmiech L. Structure determination of bisacetylenic oxylipins in carrots (*Daucus carota* L.) and enantioselective synthesis of falcariindiol / L. Schmiech, A. Carole, B. Witulski, T. Hofmann // *J. Agric. Food Chem.* – 2009. – № 57. – P. 11030–11040.
43. Shakheel B. M. Therapeutic Uses of *Daucus carota*: A Review / B. M. Shakheel, T. Saliyan, S. Satish et al. // *International Journal of Pharma And Chemical Research*. – 2017. – Vol. 3, Iss. 2. – P. 138–143.
44. Sharma K. D. Chemical composition, functional properties and processing of carrot – A review / K. D. Sharma, S. Karki, N. S. Thakur, S. Attri // *J. Food Sci. Technol.* – 2012. – № 49. – P. 22–32.
45. Shebaby W. N. Antioxidant and hepatoprotective activities of the oil fractions from wild carrot (*Daucus carota* L.) / W. N. Shebaby, C. F. Daher, M. El-Sibai, K. Bodman-Smith, A. Mansour, M. C. Karam, M. Mroueh // *Pharmaceutical Biology*. – 2015. – № 53(9). – P. 1285–1294.

46. Shebaby W.N. The Antioxidant and Anticancer Effects of Wild Carrot Oil Extract. / W.N. Shebaby, M. El-Sibai, K. B. Smith, M. C. Karam, M. Mroueh, C. F. Daher // *Phytotherapy Research*. – 2012. – № 27(5). – P. 737–744.
47. Smirnoff N. Ascorbic Acid in Plants: Biosynthesis and Function. / N. Smirnoff, G. L. Wheeler // *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* – 2000. – № 35, – P. 291–314.
48. Soleti R. Carrot Genotypes Contrasted by Root Color and Grown under Different Conditions Displayed Differential Pharmacological Profiles in Vascular and Metabolic Cells / R. Soleti, P. Mallegol, G. Hilairret, M. Frifra, F. Perrin // *Nutrients*. – 2020. – № 27. – 12(2) – P. 1–21.
49. Taleb R. I. β -2-himachalen-6-ol: A novel anticancer sesquiterpene unique to the Lebanese wild carrot. / R. I. Taleb, P. Najm, W. Shebaby, J. C. Boulous, S. Demirdjian, E. Hariri, M. Mroueh, // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2016. – № 190. – P. 59–67.
50. Vasudevan M. Anticonceptive and Anti-Inflammatory Properties of *Daucus carota* Seeds Extract. / M. Vasudevan, et al. // *Journal of Health Science*. – 2006. – № 52. – P. 598–606.
51. Wang G. L. Transcriptome-based identification of genes revealed differential expression profiles and lignin accumulation during root development in cultivated and wild carrots / G. L. Wang, Y. Huang, X. Y. Zhang, Z. S. Xu, F. Wang, A. S. Xiong // *Plant Cell Rep.* – 2016. – № 35(8). – P. 1743–55.
52. Wright O. R. L. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of the effect of dried purple carrot on body mass, lipids, blood pressure, body composition, and inflammatory markers in overweight and obese adults: The QUENCH Trial. / O. R. L. Wright, G. A. Netzel, A. R. Sakzewski // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* – 2013. – № 91. – P. 480–488.
53. Zhang D. Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucus carota* L.) / D. Zhang, Y. Hamaazu // *J. Food Agric. Environ.* – 2004. – № 2. – P. 95–100.

Б. В. Приступа, С. І. Богату, Я. В. Рожковський

Одеський національний медичний університет, фармацевтичний факультет,
кафедра фармакології та фармакогнозії, Валіховський провулок, 2., м. Одеса,
Україна, e-mail: bodernet@meta.ua

ФАРМАКОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИН РОДУ *DAUCUS* (Огляд)

Резюме

Актуальність. Незважаючи на те, що сучасні можливості фармакотерапії різноманітних хвороб значно збільшились, актуальним залишається пошук та створення ефективних і безпечних препаратів з широким спектром фармакологічної активності.

Однією з перспективних рослин для детального фармакогностичного дослідження є рослини роду Морква (*Daucus*). Представники цього роду впродовж століть використовуються в народній медицині різних країн і проявляють широкий спектр лікувальних властивостей, проте є недостатньо вивченими з фітохімічної та фармакологічної точки зору.

Метою дослідження було провести аналіз наукової літератури та баз даних PubMed, Google Scholar щодо ботанічної характеристики, фітохімічного складу та медичного застосування рослин роду *Daucus*.

Обговорення. В екстрактах з рослинної сировини різних сортів моркви доведено наявність кумаринів, фенолів, флавоноїдів, алкалоїдів, ефірних олій, каротиноїдів, аскорбінової кислоти, рибофлавіну, ніацину, тіаміну, токоферолу та лютеїну. Вміст біологічно активних речовин може визначатися такими факторами як сорт, температура, якість повітря та вміст вуглекислого газу в ньому, обробка та зберігання.

Рослини роду Морква (*Daucus*) багаті на біологічно активні речовини, активно застосовуються як в народній, так і в офіційній медицині, проявляють широкий спектр фармакологічних властивостей, включаючи антиоксидантну, цитотоксичну, протипухлинну, протизапальну, знеболювальну, протигрибкову, антибактеріальну, антиестрогенну, гастропротекторну, нефропротекторну, гепатопротекторну, гіпотензивну, вітрогінну, сечогінну, спазмолітичну, ранозагоювальну та імуностимулюючу дії.

Висновок. Аналіз світового досвіду використання рослин роду *Daucus* у народній медицині, даних експериментальних досліджень щодо фітохімічного складу рослин даного роду та широкого спектру їх фармакологічної активності показав, що надземні та підземні органи різних видів рослин роду *Daucus* можна розглядати як перспективну сировину для проведення подальших наукових досліджень та створення на їх основі нових фітопрепаратів широкого спектру дії.

Ключові слова: *Daucus carota* L.; морква посівна; морква дика; фітохімічний склад; медичне застосування

B. V. Prystupa, S. I. Bogatu, Ya. V. Rozhkovsky

Odesa National Medical University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacology and Pharmacognosy, 2 Valikhovsky lane, Odesa, Ukraine, e-mail: bodernet@meta.ua

PHARMACOCHEMICAL ANALYSIS AND MEDICAL USE OF PLANTS OF THE GENUS *DAUCUS* (Review)

Abstract

It is known that modern possibilities of pharmacotherapy of various diseases have significantly increased. The search for and creation of effective and safe drugs with a wide range of pharmacological activity remains relevant.

Plants of the genus *Daucus* are a promising plant for a detailed pharmacognostic research. Representatives of the genus have been used for centuries in folk medicine of different countries and exhibit a wide range of medicinal properties. Carrot plants have not been sufficiently studied in phytochemistry and pharmacology.

The aim of the study was to analyze the scientific literature and databases of PubMed, Google Scholar on the botanical characteristics, phytochemical composition and medicinal uses of plants of the genus *Daucus*.

The presence of coumarins, phenols, flavonoids, alkaloids, essential oils, carotenoids, ascorbic acid, riboflavin, niacin, thiamine, tocopherol and lutein has been proven in extracts from plant raw materials of different varieties of carrots. The content of biologically active substances can be determined by such factors as variety, temperature, air quality and carbon dioxide content in it, processing and storage.

Plants of the genus Carrot (*Daucus*) are rich in biologically active substances, are actively used in both folk and official medicine, exhibit a wide range of pharmacological properties, including antioxidant, cytotoxic, antitumor, anti-inflammatory, analgesic, antifungal, antibacterial, antipruritic, hepatoprotective, antihypertensive, carminative, diuretic, antispasmodic, wound-healing and immunostimulatory effects.

Analysis of the world experience in the use of plants of the genus *Daucus* in folk medicine, experimental research on the phytochemical composition of plants of the said genus and a wide range of their pharmacological activity showed that aboveground and underground organs of different species of plants of the genus *Daucus* can be considered promising raw materials for further research on their basis of new phytopreparations of a wide range of action.

Key words: *Daucus carota* L; garden carrot; wild carrot; phytochemistry; medicinal use.

References

1. Hrodzynski M. (1991) «Medicinal plants: Encyclopedic reference book» [«Likarski roslyny: Entsyklopedychnyi dovidnyk»], Za red. akademika AN USSR M. Hrodzinskoho. K.: Holov. red. ukr. rad. entsyklopedii im. M.P. Bazhana. 344 s.
2. Kyslychenko O.A., Sokolova O.O., Kotov A.H., Protska V.V., Zhuravel I.O., Kotova E.E. (2019.) «Investigation of anatomical features of wild carrots and sown carrots» [«Doslidzhennia anatomichnykh oznak plodiv morkvy dykoi ta morkvy posivnoi»] Farmatsevtichnyi chasopys. № 2. S. 40–46.
3. Kuzmyna U.A. (2015.) «Roots of wild carrot as a source of biologically active compounds» [«Korny morkovy dykoi kak ystochnyk byolohychesky aktivnykh soedyneni»] Razrabotka, yssledovanye y marketynh novoi farmatsevticheskoi produktsyy: sb. nauch. trudov. Piatyhorsk: Piatyhorskyi medyko–farmatsevticheskyy ynstitut–filyal HBOU VPO VolhHMU Mynzdrava Rossyy: tezysy dokl. Piatyhorsk, V. 70. S. 43–46.
4. Minarchenko V.M., Butko A. Iu. (2017.) «Research of the domestic market of herbal medicines» [«Doslidzhennia vitchyznianoho rynku likarskykh zasobiv roslynnoho pokhodzhennia»] Farmatsevtichnyi chasopys. № 1. S.30–36.
5. «Folk medicine» (2016.) [«Narodna medytsyna»] [Elektronnyi resurs]. Narodna medytsyna.– Elektron. dani. Rezhym dostupu: <http://mednarodna.com.ua/> Nazva z ekrana.
6. Nyktytyn A.A., Papkova Y.A. (1982.) «Anatomical atlas of useful and some poisonous plants» [«Anatomycheskyi atlas poleznykh y nekotorykh yadovytykh rastenyi.»]. L.: Nauka. 768 s.
7. «Pharmaceutical encyclopedia» (2022.) [«Farmatsevtichna entsyklopediia»] [Elektronnyi resurs]. Farmatsevtichna entsyklopediia. Elektron. dani. Kharkiv: NFaU, Rezhym dostupu: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua>. Nazva z ekrana.
8. Akhtar S., Rauf A., Imran M., Qamar M., Riaz M., Mubarak M. S. (2017.) Black carrot (*Daucus carota* L.), dietary and health promoting perspectives of its polyphenols: A review. Trends Food Sci. Technol. № 66. P. 36–47.
9. Alasalvar C., Al-Farsi M., Quantick P., Shahidi F., Wiktorowicz R. (2005.) Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. Food Chem. № 89. P. 69–76.
10. Al-Snafi A. E. (2017.) Nutritional and therapeutic importance of *Daucus carota* – A review. Journal Of Pharmacy. Vol. 7, Iss. 2. P. 72–88.
11. Arscott S.A., Tanumihardjo A. (2010.) Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. Comprehensive reviews in food science and food safety. Vol. 9. P. 223–239.
12. Ayeni E.A., Ahmed A., Ibrahim G. (2017.) Pharmacognostic evaluation of *Daucus carota* Linn. leaf (Apiaceae). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. № 6 (5). P. 2400–2405.
13. Bahrami R., Ghobadi A., Behnoud N., Akhtari E. (2018.) Medicinal Properties of *Daucus carota* in Traditional Persian Medicine and Modern Phytotherapy J Biochem Tech. Special Issue (2). P. 107–114.
14. Batooli H., Kasiri M.R. (2019.) The therapeutic effects of (*Daucus carota* subsp. *Carota*) and (*Daucus carota* subsp. *Sativus*) in traditional medicine and results of new research findings: A review study. jiiim. № 10 (2). P. 195–208.
15. Cwalina–Ambroziak B., Ryszard A., Glosek M. et al. (2014.) Changes in the concentrations of phenolic acids in carrot plants inoculated with *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & Eddy. Acta scientiarum Polonorum. № 13 (3). P. 97–108.
16. Czepa A., Hofmann T. (2004.) Quantitative Studies and Sensory Analyses on the Influence of Cultivar, Spatial Tissue Distribution, and Industrial Processing on the Bitter Off–Taste of Carrots (*Daucus carota* L.) and Carrot Products. J. Agric. Food Chem. № 52. P. 4508–4514.

17. Dawid C., Dunemann F., Schwab W., Nothnagel T., Hofmann T. (2015.) Bioactive C17–Polyacetylenes in Carrots (*Daucus carota* L.): Current Knowledge and Future Perspectives. *J. Agric. Food Chem.* № 63. P. 9211–9222.
18. Dias J.S. (2012.) Major Classes of Phytonutriceuticals in Veg and Health Benefits: A Review. *J. of Nutritional Therapeutics.* № 1. P. 31–62.
19. Dias J.S. (2012.) Nutritional Quality and Health Benefits of Veg: A Review. *Food and Nutrition Sciences.* № 3. P. 1354–74.
20. Gilani A.H., Shaheeri E. et al. (2000.) Hypotensive Action of Coumarin Glycoside from *Daucus carot.* *Phytomedicine.* № 7. P. 423–426.
21. Gonçalves E.M., Pinheiro J., Abreu M., Brandão T.R.S., Silva C.L.M. (2013.) Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching. *J. Food Eng.* № 97. P. 574–581.
22. Jansen G.C., Wohlmuth H. (2014.) Carrot seed for contraception: a review. *Australian Journal of Herbal Medicine.* No. 26 (1). P. 10–17. URL: <https://www.researchgate.net/publication/289343049>
23. Jeyanthi R.L., Sharmila S., Das M.P. et al. (2014.) Extraction and purification of carotenoids from vegetables. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.* № 6 (4). P. 594–598.
24. Karpiuk V.R., Yuzkiv S.L., Zhurakhivska L.R., Konechnyi Y.T., Konechna R.T. (2021.) «Caustic yarrow (*Ranunculus acris* L.): analytical review of distribution, chemical composition, biological activity and medical application» [«Zhovtets yidkyi (*Ranunculus acris* L.): analitychnyi ohliad poshyrennia, khimichnoho skladu, biolohichnoi aktyvnosti ta medychnoho zastosuvannia»] *Farmatsevtychnyi chasopys.* № (3). P. 74–82.
25. Kirsten A.L., Cristofori G., Steenis R., Verpoorte R., Klinkhamer P.G. L. (2013.) An eco-metabolomic study of host plant resistance to Western flower thrips in cultivated, biofortified and wild carrots. *Phytochemistry.* № 93. P. 63–70.
26. Klein C.S. Carotenoids in carrot. In *Pigments in fruits and vegetables* / C.S. Klein, M. Rodriguez-Concepcion // Springer, New York, NY.– 2013.– P. 217–228.
27. Kwiatkowski C.A., Haliniarz M., Kołodziej B. et al. (2015.) Content of some chemical components in carrot (*Daucus carota* L.) roots depending on growth stimulators and stubble crops. *Journal of Elementology.* № 20 (4). P. 933–943.
28. Lachman J., Orsak M., Pivec V. (2000.) Antioxidant contents and composition in some vegetables and their role in human nutrition. *Zahrad. Horticul. Sci.* № 27. P. 65–78.
29. Lee S.K., Kader A.A. (2000.) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol. Technol.* № 20. P. 207–220.
30. Maciej R., Dobrowolski J.C., Baranska M., Baranski R. (2011) Spectroscopic Studies on Bioactive Polyacetylenes and Other Plant Components in Wild Carrot Root. *Journal of Natural Products.* № 74(8). P. 1757–1763.
31. Matejkova J., Petrikova K. (2010.) Variation in Content of Carotenoids and Vitamin C in Carrots. *Not. Sci. Biol.* № 2, P. 88–91.
32. Mezghani N., Amor J.B., Spooner D.M. [et al.] (2017.) Multivariate analysis of morphological diversity among closely related *Daucus* species and subspecies in Tunisia. *Genet. Resour. Crop Evol.* No. 64. P. 2145–2159. URL: <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0505-5>
33. Miranda R.M. Santos Dias D.C. F., Toledo Picoli E.A. et al. (2017.) Physiological quality, anatomy and histochemistry during the development of carrot seeds (*Daucus carota* L.) *Ciência e Agrotecnologia.* № 41(2). P. 169–180.
34. Misiaka I.J. et al. (2004.) Antifungal Activity of Carrot Seed Oil and Its Major Sesquiterpene Compounds. *Zeitschrift für Naturforschung.* № 59. P. 791–96.
35. Muturi E.J., Doll K., Ramirez J. L., Rooney A.P. (2019.) Bioactivity of Wild Carrot (*Daucus carota*, Apiaceae) Essential Oil Against Mosquito Larvae. *J Med Entomol.* № 16. 56(3) P. 784–789.
36. Nicolle C. Cardinault N. et al. (2003.) Effect of Carrot Intake on Cholesterol Metabolism and on Antioxidant Status in Cholesterol–Fed Rat. *European J of Nutrition* № 42. P. 254–261.
37. Nicolle C., Simon G., Rock E., Amouroux P., Remesy C. (2004.) Genetic Variability Influences Carotenoid, Vitamin, Phenolic, and Mineral Content in White, Yellow, Purple, Orange, and Dark–orange Carrot Cultivars. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* № 129. P. 523–529.
38. Oviasogie P., Okoro D., Ndiokwere C. (2009.) Determination of total phenolic amount of some edible fruits and vegetables. *African J. Biotechnol.* № 8. P. 2819–2820.
39. Özcan M.M., Chalchat J.C. (2007.) Chemical composition of carrot seeds (*Daucus carota* L.) cultivated in Turkey characterization of the seed oil and essential oil. *Grasas y aceites.* № 58 (4). P. 359–365.
40. Pavlyuk I., Stadnytska N., Jasicka-Misiak I. et al. (2015.) A Study of the Chemical composition and biological activity of extracts from Wild Carrot (*Daucus carota* L.) seeds waste. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* № 6 (2). P. 603–611.

41. Pokluda R. (2006.) An assessment of the nutritional value of vegetables using an ascorbate–nitrate index. *Veg. Crop. Res. Bull.* № 64. P. 29–37.
42. Schmiech L., Carole A., Witulski B., Hofmann T. (2009.) Structure determination of bisacetylenic oxylipins in carrots (*Daucus carota* L.) and enantioselective synthesis of faltarindiol. *J. Agric. Food Chem.* № 57. P. 11030–11040.
43. Shakheel B.M., Saliyan T., Satish S. et al. (2017.) Therapeutic Uses of *Daucus carota*: A Review. *International Journal of Pharma And Chemical Research.* Vol. 3, Iss. 2. P. 138–143.
44. Sharma K. D., Karki S., Thakur N. S., Attri S. (2012.) Chemical composition, functional properties and processing of carrot – A review. *J. Food Sci. Technol.* № 49. P. 22–32.
45. Shebaby W.N., Daher C.F., El-Sibai M., Bodman-Smith K., Mansour A., Karam M.C., Mroueh M. (2015.) Antioxidant and hepatoprotective activities of the oil fractions from wild carrot (*Daucus carota* sp. *carota*). *Pharmaceutical Biology.* № 53(9). P. 1285–1294.
46. Shebaby W.N., El-Sibai M., Smith K.B., Karam M.C., Mroueh M., Daher C.F. (2012.) The Antioxidant and Anticancer Effects of Wild Carrot Oil Extract. *Phytotherapy Research.* № 27(5). P. 737–744.
47. Smirnoff N., Wheeler G.L. (2000.) Ascorbic Acid in Plants: Biosynthesis and Function. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* № 35. P. 291–314.
48. Soleti R., Mallegol P., Hilairat G., Frifra M., Perrin F. et al. (2020.) Carrot Genotypes Contrasted by Root Color and Grown under Different Conditions Displayed Differential Pharmacological Profiles in Vascular and Metabolic Cells. *Nutrients.* № 27. 12(2) P. 1–21.
49. Taleb R.I., Najm P., Shebaby W., Boulos J.C., Demirdjian S., Hariri E., Mroueh M. (2016.) β -2-himachalen-6-ol: A novel anticancer sesquiterpene unique to the Lebanese wild carrot. *Journal of Ethnopharmacology.* № 190. P. 59–67.
50. Vasudevan M. et al. (2006.) Anticonceptive and Anti-Inflammatory Properties of *Daucus carota* Seeds Extract. *Journal of Health Science.* № 52. P. 598–606.
51. Wang G.L., Huang Y., Zhang X.Y., Xu Z.S., Wang F., Xiong A.S. (2016.) Transcriptome-based identification of genes revealed differential expression profiles and lignin accumulation during root development in cultivated and wild carrots. *Plant Cell Rep.* № 35(8). P. 1743–55.
52. Wright O.R.L., Netzel G.A., Sakzewski A.R. (2013.) A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of the effect of dried purple carrot on body mass, lipids, blood pressure, body composition, and inflammatory markers in overweight and obese adults: The QUENCH Trial. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* № 91. P. 480–488.
53. Zhang D., Hamaizu Y. (2004.) Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucus carota* L.) *J. Food Agric. Environ.* № 2. P. 95–100.

БІОЛОГІЯ І ІСТОРІЯ



DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259756](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259756)

УДК 902.64: 597 + 599.53

С. В. Межжерін, д. б. н., професор
Інститут зоології імені І. І. Шмальгаузена НАН України,
відділ еволюційно-генетичних основ систематики,
вул. Богдана Хмельницького 15, Київ, 01030, Україна,
e-mail: smezherin@gmail.com

ОЛЬВІЙСЬКІ ПРОТОМОНЕТИ-ДЕЛЬФІНЧИКИ: ОСЕТРИ, АКУЛИ ЧИ ДЕЛЬФІНИ?

Проведено аналіз видової приналежності унікальних серійних металевих виробів раннього періоду античності – Ольвійських протомонет-дельфінчиків. Виявлено, що з 36 анатомічних ознак, які можна ідентифікувати на протомонетах, 25 властиві риbam, серед яких 21 характерні для осетрових та 19 для акул, і лише 9 чітко належать дельфінам. Переважання ознак риб на архаїчних та примітивних виробах доводить первинність образу риби.

Ключові слова: дельфіноподібні монети; Ольвія; риби; осетри; акули; дельфіни.

Масові литі мідно-бронзові протомонети Ольвії раннього періоду розвитку 6–4 ст. до н. е., що зображують тварин рибоподібної форми тіла, прийнято називати ольвійськими дельфінчиками або рибками [2, 5, 7, 9, 14]. Вони відрізняються розмірами (дрібні масою 2–4 г, середні близько 5 г і величезні 15–103 г), формою, нюансами виконання, структурними елементами і можливо об'єктами наслідування. Протомонети унікальні і не мають аналогів. Перший опис дельфіноподібних монетних зливків було зроблено Г. Кехлером у першій половині 19 ст. [20]. Він розглядав їх як зображення риб та засіб торгівлі з місцевими племенами, а написи на епіграфічних дельфінчиках трактував «ΑΡΙΧΟ», як осетри, а «ΘΥ», як тунці. Риб'ячого прообразу дельфінчиків потім дотримувався А. Ван Салле [21]. У найбільш досконалому вигляді риб'ячу концепцію протомонет-дельфінчиків сформулював О. Г. Сальніков [14]. Він вважав, що наймасовішим товаром, що мав загальну споживчу вартість, в Ольвії була риба, яка спочатку і виступала у вигляді засобу обміну. Згодом її замінили мідні зливки, що були відображенням найбільш цінних видів риб. Вочевидь, ці вироби можна було використовувати не тільки з метою обміну, але й якості вотивних дарів.

Альтернативна точка зору, що трактує протомонети як зображення дельфінів, сформувалася наприкінці 19 ст. [19] і набула розвитку на початку XX ст. Концепція багато в чому базується на культі в Ольвії Аполлона Дельфінія. Зараз ця точка зору домінує в археологічній літературі або в чистому вигляді [4, 8–9], або з деякими застереженнями [6, 13, 22]. Слід зазначити, що в основі існуючого

трактування прообразу протомонет відсутній аналіз діагностичних анатомічних ознак дельфінів і риб, які можна розгледіти у реалістичних зразках. Цей недогляд підкреслюють і археологи, вказуючи на те, що монети-дельфіни не несуть ознак, що однозначно підтверджують їх дельфінячу природу [13].

В результаті досліджень монет-дельфінчиків, що проводяться вже майже 200 років, встановлено: 1) вони функціонували в Олівійському полісі, Березані та поселеннях у районі Дніпро-Бузького лиману; 2) олівійські дельфіни відносяться до раннього періоду розвитку Ольвії VII–V ст. та випускалися протягом 150 років, що робить малоімовірним існування еволюційних рядів; 3) є грошима, що мали місцеве значення. Монети-дельфіни часто знаходять у вигляді скарбів, іноді тисячами екземплярів [7, 9]. Поряд із іншими монетами вони зустрічаються у могилах олівійського некрополя. Виняток – великі дельфіни та дельфіни з написами, які відсутні у скарбах. Можливо, це були вотивні дари, а не засіб грошового обміну.

Проте досі не встановлено, чи ці протомонети були результатом державного та/або приватного виробництва, відливалися у полісі та/або місцевими варварськими племенами. Не зрозуміло, що означають скіфські написи на монетах. Більше того, немає однозначної відповіді на питання, зображенням чого є олівійські протомонети: дельфінів чи риб, а якщо риб, то однієї чи різних систематичних груп. Не можна виключити химерність зображень.

Розроблена класифікація протомонет дельфінів багато в чому є формальною, тому що не базується на аналізі анатомічних ознак, що мають таксономічне значення, хоча цілий ряд нюансів: лінія вздовж тіла, виражена межа голови і тулуба, розташування очей і плавців несуть інформацію, що дає підставу вважати, що дельфінчики в певній мірі є відображенням осетрів [12]. На даний час археологами прийнято розділяти протомонети-дельфіни на дві основні групи [7, 16]: епіграфні дельфіни з написом «ΑΡΙΧΟ» на лівій стороні, та «ΟΥ» на правій стороні протомонет. Анепіграфні монети, як правило, з двосторонніми зображенням тварини, поділяють на п'ять груп, кожна з яких має свій набір формальних ознак [16]: група А – з прямим нижнім обрізом та спинним плавцем особливої форми, Б – з поздовжньою виїмкою та вигнутим тілом; В – гостроморді дельфінчики, зображені, на думку автора цієї класифікації, зверху; Г – дрібні дельфінчики з гіпертрофованим вигином тіла, Д – різноманітні типи у яких ледь можливо визнати дельфінів. Така класифікація є штучною, оскільки в ній, по-перше, поєднані різноякісні сутності: написи та деталі зображень; по-друге, ознаки, які використовуються для класифікації анепіграфних дельфінів, вибираються і трактуються за принципом наочності, а не біологічного сенсу. Звідси виникає необхідність спроби встановлення зоологічного прообразу олівійських монет, що можна досягти при порівняльно-анатомічному аналізі зображень та оцінці ознак з огляду на їхнє таксономічне значення.

Матеріал та методи дослідження

Матеріалом для даного дослідження слугували зображення протомонет у наукових публікаціях [1–2, 8–9, 11, 15–16], дельфінчики з колекції автора, зібраної з метою отримання більш повного уявлення про їхнє різноманіття та проведення детального аналізу ознак при написанні цієї статті, а також численні протомонети, представлені приватним чином в Інтернеті. Залучення інформації з інтернет-ресурсів необхідне для встановлення повторюваності образу і таким чином встановлення серійності дельфінчиків певного типу.

При аналізі деталей будови дельфінчиків безумовно слід враховувати, що це витвори мистецтва, в яких, однак, поряд з умовностями, так само як і на монетах інших полісів Північного Причорномор'я із зображеннями риб [22], представлені реальні риси будови, що послужили основою художнього втілення. Ця обставина дозволяє вибрати діагностичні ознаки, представлені у найбільш реалістично виконаних зразках. Йдеться про структурні нюанси, що стосуються форми та пропорцій тіла, особливості будови головного відділу, розмірів та розміщення очей та інших структур голови, розташування та форми плавців, особливості тулуба. При цьому як аргумент використаний підхід, прийнятий у систематиці: чітке співставлення якісних ознак, а не використання розмитих критеріїв і непрямих доказів за принципом більшої або меншої подібності.

Результати дослідження

Анепіграфні дельфінчики з реалістичними зображеннями. На дельфінчиках реально виокремити 14 структур, які можуть бути представлені як 36 альтернативних станів (ознак), що мають діагностичну цінність і дозволяють дійти до висновку, що є прототипом: риби або дельфіни (табл. 1).

Таблиця 1.

Деталі будови дельфінчиків та їх відповідність ознакам чорноморських дельфінів, риб та осетрових

№	Деталі зображень			Дельфіни	Риби		
					В цілому	Осетрові	Акули
1	Форма тіла	а	Пряма	?	?	?	+
		б	У вигині	?	?	?	?
2	Пропорція голови	а	Від половини до третини тіла	?	?	?	?
		б	Біля 25%	+	?		
		в	Від 20% і менше		+	+	+
3	Головна частина	а	Помітно відділена від тулуба		+	+	+
4	Лоб	а	Опуклий	+			

		б	Високий під кутом 70–90°	?	?	?	?
		в	Виразений під кутом 45°	+		+	+
		г	Не виражений		+		+
5	Рило	а	Гіпертрофовано подовжено на кінці загнуте вгору			+	
		б	Гіпертрофовано подовжено пряме			+	
		в	Помірної довжини загнуте вгору			+	
		г	Помірної довжини дзьобоподібне	+		+	
		д	Куносоподібне		+		+
		е	Не виражено		+		
6	Зяброві кришки	а	Позначені		+	+	
7	Зяброві щілини	а	Показані		+		+
8	Очі розташовані	а	По боках голови		+	+	+
	Очі за формою	а	Помітно опуклі		+	+	
		в	У вигляді кільця		+	+	
9	Спинний плавець розташований	а	Одразу за головою		+		
		б	Дещо позаду середини тіла	+	+		+
		в	Явно зміщений до хвостової частини тіла			+	
	Спинний плавець за формою	а	Дрібний невиразний	?	?	?	?
		б	Трикутний серпоподібний	+	+		+
		в	Подвійний		+		
10	Грудні плавці	а	У вигляді лопатей на одному рівні зі спинним		+		
		б	У вигляді лопатей, висунутих дещо вперед порівняно зі спинним	+	+		+
		в	Малопомітні притиснуті до тіла		+	+	
11	Хвостовий плавець	а	У вертикальній проекції		+	+	+
		б	З рівними лопатями		+		
		в	Гетероцеркальний		+	+	+
12	Бічна лінія	а	Має місце		+	+	+
13	Жучки	а	Присутні			+	
14	Контраст в забарвленні спини та черева	а	Має місце	+		+	+

Позначки: + – відповідність ознаки на протомонеті та на зоологічному прообразі є достовірним; ? – інтерпретація неоднозначна.

1. Форма та пропорції тіла. Завжди рибоподібна з вираженою головною та хвостовою частинами тіла. Тулуб у нижній частині може бути прямим (рис. 1и; рис. 2в-е) або з вигином, часто неприродним (рис. 1а, б; рис. 2е, ж).



Рис. 1. Анепіграфні дельфінчики-осетри (а-д) і дельфінчики-дельфіни (е-и)

Перший випадок підходить до дельфінів та риб, тоді як вигнуте тіло зазвичай розглядають як аргумент на користь дельфінів. Однак така форма тіла не є чіткою анатомічною ознакою, а скоріш художнім втіленням жвавої тварини. Причому вигнутість тіла зустрічається як у протомонет, що нагадують дельфінів (рис. 1е-ж), так і у виробів (рис. 1а-д), з набором ознак осетрових (довге рило, великі очі з боковим розташуванням, спинний плавець, зміщений на задню частину тіла).

2. Головний відділ. Найчастіше голова у дельфінчиків явно перебільшена і становить від третини до половини його розміру. Рідше ця пропорція більш реалістична. У разі зображення дельфіна вона повинна бути рівною 20–25%, якщо прототипом є риба, то 20% і менше. При цьому на тлі тенденції перебільшення розмірів голови саме випадки дрібноголових дельфінчиків (рис. 3д-ж) повинні розглядатися як досить серйозний аргумент на користь риб'ячого прототипу.

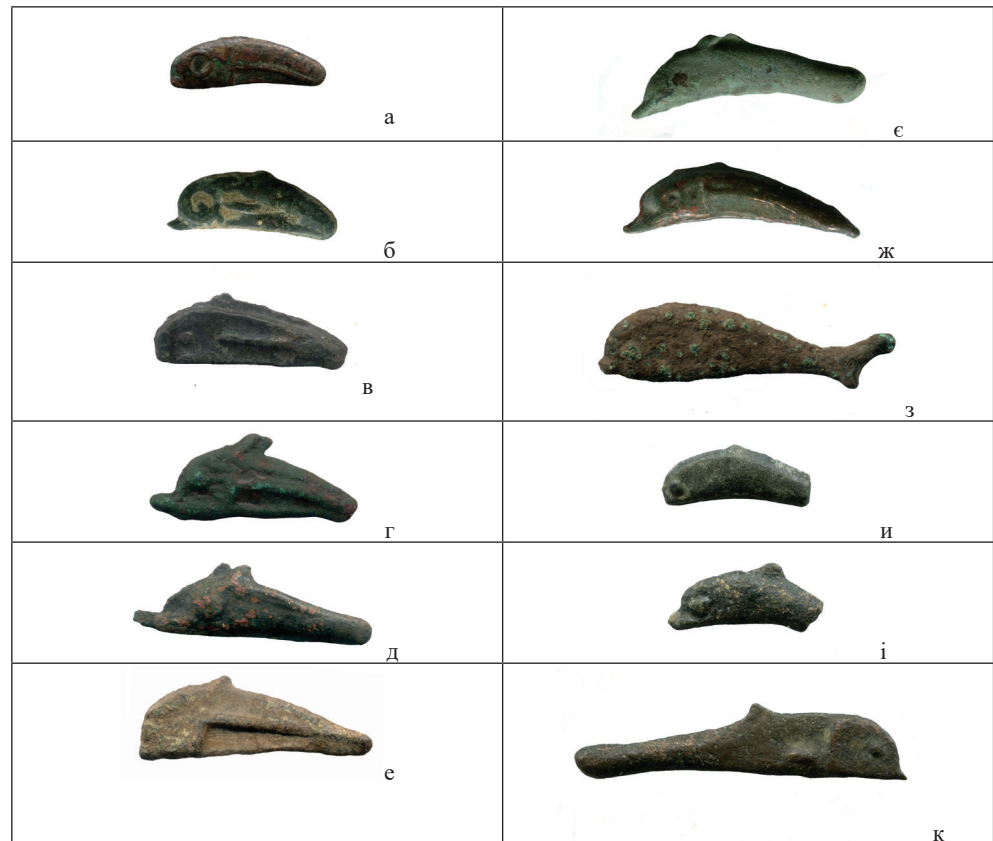


Рис. 2. Анепіграфні дельфінчики з ознаками риб (а-з) та епіграфні дельфінчики «ΘΥ» (и-і) та «ΑΡΙΧΟ» (к).

У дельфінів, як і у риб, немає зовні вираженої шиї, тому на протомонетах найчастіше голова показана як розширений кінець тіла з очима і рилом/дзьобом. Водночас на багатьох дельфінчиках голова візуально відокремлена від тулуба, що відповідає особливостям зовнішнього вигляду риб. На протомонетах це показано двома технічними прийомми: перебільшенням розмірів голови, на тлі утиснутого тулуба (рис. 2е, 3в) або за рахунок зябрових кришок (рис. 2ж, г). Остання обставина однозначно вказує на риб'ячий прототип.

Добре помітною особливістю голови дельфінів є висунуті вперед щелепи, що формують так званий дзьоб. У осетрових схожа форма голови, але обумовлена вона наявністю риля – витягнутою вперед передньою частиною голови. Ця риса будови надійно відрізняє дельфінів та осетрових від більшості видів костистих риб. За відносними розмірами та формою дзьоба/риля «дельфінчики» можна розділити на кілька груп. Перша, протомонети з гіпертрофованим довгим часто

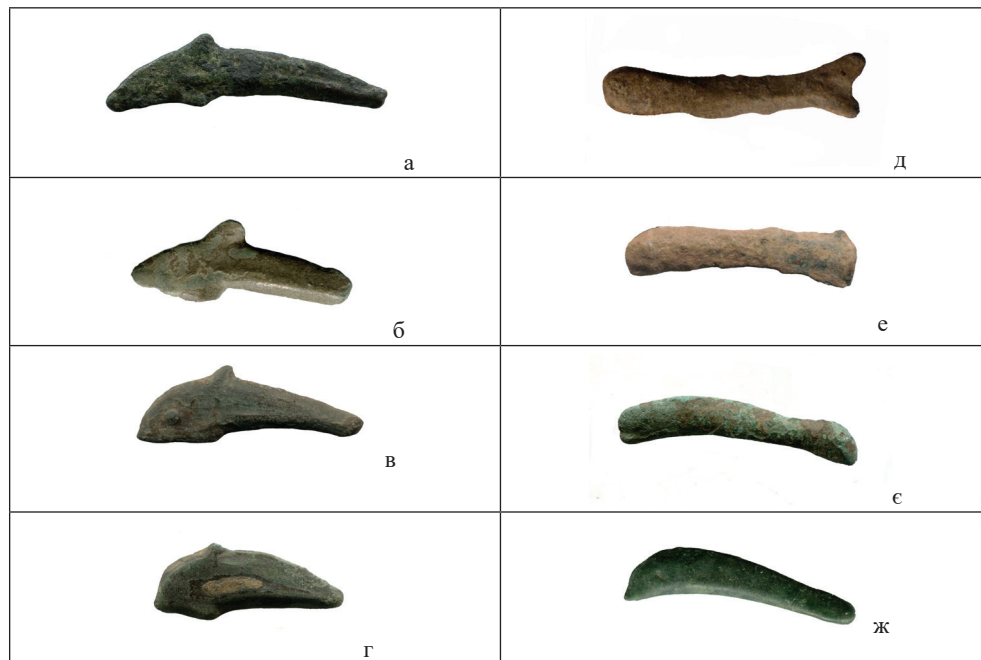


Рис. 3. Акулоподібні дельфінчики (а-г) та архаїчні рибоподібні протомонети (д-ж)

на кінці задраним вгору рилом, що за розміром співвідноситься з головою (рис. 1а-б, г). Ознака, що однозначно вказує на севрюгу (*Acipenser stellatus*). Друга, рило дуже довге, однак пряме (рис. 1в, д). Третя, піднесене рило досить помірної довжини (рис. 2г-д), що відповідає вигляду осетра руського (*A. gueldenstaedti*) або стерляді (*A. ruthenus*). Третя, прямий дзьоб помірної довжини (рис. 1е-і) – ознака афаліни (*Tursiops truncatus*) та білобочки (*Delphinus delphis*), хоча не можна виключити невиразний образ осетра руського чи стерляді. Четверте, конусоподібна форма голови (рис. 3а-г) схожа на голову акул та інших хижих риб. П'ята, передній кінець голови заокруглений без вираженого риля чи дзьоба (рис. 2а, в).

Дельфінчики можна типологізувати і за формою лоба: 1) опуклий лоб (рис. 1е-і); 2) високий рівний лоб, розташований під кутом 70–90° по відношенню до дзьоба (рис. 1 а-д; рис. 2г, е); 3) виражений лоб із нахилом 45–60° (рис. 2е, д); 4) лоб взагалі не виражений (рис. 3а-г). Перший випадок однозначний для дельфінів, другий підходить риbam та осетровим, третій та четвертий лише риbam.

У риб і дельфінів принципово різне розташування очей. У дельфінів невеликі довгасті очі, глибоко посаджені, виглядають дрібними та малопомітними. Розміщені неподалік кутів рота, на передній частині голови. Риби мають добре помітні круглі очі, розташовані над ротом з боків голови. На дельфінчиках очі – одна з найпомітніших структур, вони завжди знаходяться з боків голови чітко

зверху над ротовим апаратом. Вони можуть бути показані двома способами. У більшості випадків це добре помітні округлі опуклості, однак у деяких типів дельфінчиків вони мають вигляд кільця (рис. 2а-б). В останньому випадку очевидна спроба підкреслити або їх округлу форму, або краї очних западин, які добре помітні у риб.

3. Число, розташування та форма плавців. У дельфінчиків майже завжди є спинний плавець, рідше наявні грудні та хвостовий плавці, відсутні чітко виразні черевні, ніколи не показаний анальний плавець.

Спинний плавець. Структура є обов'язковою як для риб, так і чорноморських дельфінів. На протомонетах спинний плавець має різноманітну форму та розташування. За характером розміщення можливі три варіанти: а) плавець знаходиться безпосередньо за головою (рис. 2в-ж); б) дещо зміщений назад від середини тіла (рис. 1е-и); в) помітно зсунутий до хвоста (рис. 1а-д). Перший випадок підходить ряду морських риб і не характерний для дельфінів. Другий, особливо у ситуації, якщо плавник великий, однозначно підходить дельфінам та акулам. Третій варіант чітко вказує на осетрових. Симптоматично, що для дельфінчиків зі зміщенням до хвоста спинним плавцем, характерно гіпертрофоване, як у севрюги, довге рило (рис. 1а-д). За формою спинний плавець може бути: дрібним малопомітним (рис. 1и; рис. 2б-в, ж), трикутним (рис. 1є, з), подвійним (рис. 2д, є). Перший тип слід трактувати як ознаку риби або як художню фантазію, другий чітко підходить дельфінам та акулам, третій лише риbam. Однак не виключено, що подвійний плавець особливо в ситуації розміщення відразу за головою – це спроба відобразити перші дві найпомітніші жучки спинного ряду осетрових, тим паче, що подвійний плавник, як правило, показаний на серійних дельфінчиках з гіпертрофовано витягнутим рилом. У поодиноких випадках дельфінчики показані без спинного плавця (рис. 2а, з), що в контексті даної роботи нічого не означає.

Грудні плавці. У дельфінчиків грудні плавці представлені двома способами. Перший, у вигляді помітних структур, які можна інтерпретувати як ласти дельфінів або плавці акул, що стирчать (рис. 3а-г). При цьому «ласти» розташовуються відразу під спинним плавником і лише у поодиноких випадках трохи попереду, що не підходить ані дельфінам, ані акулам. У другому випадку плавці малопомітні, притиснуті до тіла (рис. 2б, к), що однозначно властиве риbam. При цьому у дельфінчиків не зазначено присутності відразу грудних та черевних плавців, що стосується зображення черевних, то це поодинокі випадки [8].

Хвостовий плавець. У дельфінів та риб має принципово різну будову: у перших хвостові лопаті розташовуються у горизонтальній проекції, у других у вертикальній. У більшій частині дельфінчиків хвостовий плавець не показаний. У тих випадках, де чітко зображення має місце, він має вертикальне розташування і може бути рівнолопатеvim (рис. 3д) або різнолопатеvim (гетероциклічним) (рис. 2з). Якщо перший тип хвостового плавця характерний для костистих риб, то другий для акул та осетроподібних.

4. Особливості тулуба. Частина тіла між головою та хвостом у дельфінів не має особливих структур, які можна відобразити на протомонетах, тоді як тулуб осетрових покритий жучками – помітними кістковими пластинами, що виконують захисну функцію. Великі жучки зібрані у п'ять рядів, що йдуть від кінця голови до початку хвостового плавця. Спинний ряд формується як єдина структура зі спинним плавцем, дві бічні лінії розташовуються посередині правого та лівого боків тіла, вздовж яких проходить бічна лінія – орган чуття риб. На межі боків та черева є два черевні ряди. Між рядами великих жучок розкидані жучки менші за розміром.

Ряд зображень на тулубі дельфінчиків цілком можливо інтерпретувати як ряди жучок, або як розкидані жучки. І це не тільки «подвійний плавець», що розташований одразу за головою. Насамперед йдеться про рельєфну пряму лінію від кінця голови (зябрових кришок) і часто до кінця тіла, що проходить чітко посередині тулуба (рис. 1и; рис. 2а, в, г, е, ж). Саме тут у осетрових знаходиться бічна лінія та розташований бічний ряд жучок. Ця структура характерна для ряду типів та серій дельфінчиків. Крім того, на тулубній частині деяких протомонет, що несуть низку ознак осетрових, присутні чіткі дрібні хаотично розкидані структури, що вочевидь імітують жучки (рис. 1 в, д).

Поділ тулуба на черевну та спинну частини за допомогою спеціальної виїмки (рис. 1е-є) зазвичай трактується як ідея стародавніх майстрів підкреслити контрастність у забарвленні спини та черева у дельфінів або білі боки дельфіна звичайного. Проте слід врахувати, що контрастна світла нижня частина тіла властива не лише дельфінам, але й акулам та осетровим. В останніх межа в забарвленні проходить по бічній лінії жучок.

Епіграфні дельфінчики. Питанням, що за тварини є прототипами саме епіграфних дельфінчиків, слід вважати ключовим, адже вважається, що вони мали статус офіційних грошей. Досить великі за розмірами дельфінчики з написом «ΑΡΙΧΟ» однозначно є зображенням риб. На користь цього свідчить не дуже високий лоб, прямий нижній край тіла, великі бокові очі і головне – зяброва кришка та притиснуті до тулуба грудні плавці (рис. 2к). Прототипами дрібних примітивних дельфінчиків з написом «ΘΥ» могли бути більшою мірою дельфіни, ніж риби. Це підтверджують особливості їхнього зовнішнього вигляду (рис. 2и-і): тіло у вигині, опуклий лоб і трикутний плавець розташований посередині тіла. Разом з тим примітивність зображення, не дають 100% підстав для такого висновку. Більш того відсутність у ряді випадків рила/дзьоба і прямий низ тіла, а також великі помітні очі дають підставу вважати, що прообразом цих спрощених виробів могли бути і риби, тобто це достатньо химерний образ.

Великовагові дельфінчики. Особливий інтерес також викликають дельфінчики масою 70–100 г (рис. 4а-б, рис. 5), аналоги яким можна знайти і серед дрібних протомонет (рис. 2е, рис. 4в).

Їм властива однобічність та схематичність зображення. Серед анатомічних ознак слід виділити чітко позначену гіпертрофовану голову, неопуклий

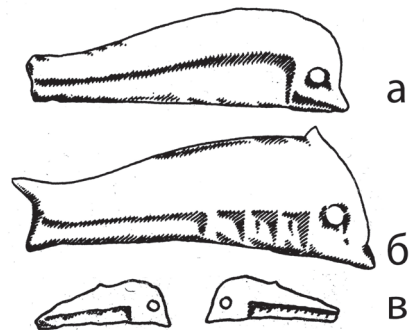


Рис. 4. Великовагові дельфінчики (а, б) та їх дрібноваговий аналог (в) за [9]

неприродньо високий лоб, невеликий дзьоб і дрібні досить низько розташовані з боків голови очі. Спинний плавець дрібний невиразний одразу за головою або взагалі відсутній, хвостовий плавець, непомітний, або дрібний, вертикальний зазвичай з подовженою верхньою лопаттю (рис. 4б). У деяких випадках хвостовий плавець великий з рівними лопаттями та вирізаний усередині (рис. 5). Нижня та верхня частини тіла позначені в тому числі і за рахунок бічної лінії. На більшій частині виробів унизу за головою, там, де в акул розташовані зябра, присутні чіткі зображення зябрових щілин

(рис. 4б, рис. 5). Інтерес викликає і унікальна неанатомічна ознака – хрестик, що часто показаний на реверсі протомонети (рис. 5) і, що симптоматично, розташований саме в тому місці, де знаходиться серце. Позначення серця дає підстави вважати, що великовагові дельфінчики у першу чергу були вотивними дарами.



Рис. 5. Великоваговий дельфінчик з хрестоподібною позначкою за [11]

Ряд ознак цих виробів (розміри і форма голови, риля та спинного плавника) не мають діагностичної цінності, тоді як чітко позначена голова, бічна лінія та спроба зобразити гетероцеркальний хвостовий плавник, а, найголовніше, зяброві щілини вказують на риб'ячий прототип, в якому перш за все проглядається образ акули. Разом з тим незвичайна дволопатева форма хвостового плавника в поодиноких випадках (рис. 5) і відносно невеликі низькорозташовані очі свідчать про певне прагнення надати цим виробам образу дельфінів.

Акулоподібні дельфінчики. Ще однією категорією дельфінчиків, що представляє інтерес у контексті даної роботи, є досить великі анепіграфні протомонети групи В за Л. П. Харко [16], яких просторіччя називають «акулоподібними дельфінчиками» і які за формою різко відрізняються від інших протомонет. Незвичайність зображення традиційно пояснюється тим, що це зображення дельфіна згори [16]. Однак асиметричність верхньої та нижньої частин тіла однозначно вказує на бічну проекцію. Унікальними особливостями цих протомонет слід вважати конусоподібну морду за відсутності дзьоба і вираженого лоба, а також довгі грудні плавці, що стирчать, і які розміщені безпосередньо під довгим спинним плавцем (рис. 3а-г). Це все дає підставу вважати, що їх прототипом, найімовірніше, були акули чи інші види величезних морських риб.

Архаїчні монети-рибки. Прототипом примітивно виконаних і архаїчних зображень, що мають витягнуту форму є риби, на що вказує невелика округла голова, бічні великі очі і вертикальний хвостовий плавник. На більш реалістично виконаних протомонетах цього типу разом проглядається рило (рис. 3д-ж).

Спрощені дрібні дельфінчики. Вочевидь це група «Д» за Л. П. Харко [16]. Включає найдрібніші довжиною 18–23 мм дельфінчики, зображення яких не просто схематично, а десь навіть «карикатурно». Цінність такого образу в контексті даного дослідження полягає в тому, що в такого роду образах зберігаються ключові ознаки. Більшість цих протомонет – це просто «шаржі» на севрюгу (рис. 6а-є).



Рис. 6. Спрощені дрібні протомонети-дельфінчики

Для них характерна гіпертрофована видовжена морда при невеликій голові та зміщений до хвоста спинний плавець. Меншу частину можна розглядати як певну альтернативу попередньому типу: гіпертрофовано велика голова, крихітне

або відсутнє взагалі рило, спинний плавець посередині тіла або ближче до голови (рис. 6з-і), можлива бічна лінія (рис. 6ж). Є й досить чіткі дельфіноподібні вироби (рис. 6к).

Обговорення результатів

Аналіз ознак діагностичних для дельфінів та риб, які можна ідентифікувати на ольвійських протомонетах, показує, що вони не мають єдиного зоологічного прообразу. При цьому слід зробити висновок, що їх прототипами у першу чергу виступають як кісткові (осетрові), так і хрящові (акули) риби, а у другу чорноморські дельфіни. При цьому багатьом дельфінчикам властива мозаїка ознак акул, кісткових риб і дельфінів, причому переважання чи вираженість тих чи інших ознак притаманно певним групам і серіям і, навіть, окремим протомонетам. Ця обставина підтверджує, що дельфіноподібні протомонети виготовлялися в різних центрах.

Особливостями «дельфінчиків» є рибоподібна форма тіла, виражений головний та хвостовий відділи, асиметричність нижньої та верхньої сторін тіла, добре помітні очі з боків голови. За деякими винятками їм властива витягнута вперед передня частина голови (рострем або дзьоб) та спинний плавець різної форми та розміщення. Крім того, для ряду типів характерна відокремленість голови від тулуба, бічна лінія, наявність грудного та хвостового плавців.

Ознаками, які однозначно вказують на те, що прототипами «дельфінчиків» були риби, слід вважати: 1) круглі добре помітні очі, розташовані з боків голови; 2) відокремлення голови від тулуба; 3) зображення зябрової кришки; 4) чітко позначена бічна лінія; 5) подвійний спинний плавець; 6) спинний плавець відразу за головою або, навпаки, явно зміщений до хвоста; 7) притиснутий до тулуба грудний плавець; 8) хвостовий плавець, розташований у вертикальній проекції; 9) зяброві щілини.

До протомонет, прообразом яких були осетрові, слід віднести вироби з зображенням гіпертрофованого витягнутого риля, кінець якого часто задертий вгору, зміщеного до хвоста спинного плавця, гетероцеркального хвостового плавця, бічної лінії, яка в осетрових, на відміну від костистих риб, добре помітна завдяки бічному ряду жучок. При цьому гіпертрофовано подовжена передня частина голови часто зустрічається на протомонетах із явно зміщеним до хвоста спинним плавцем. Це означає, що це серійні протомонети вираженого осетрового типу.

Прообразом окремих типів і серій дельфінчиків дуже ймовірно слугували і акули. У великовагових виробів це однозначно підтверджує зображення зябрових щілин, що є діагностичною ознакою хрящових риб. Крім того до ознак акул можна віднести конусовидне рило, грудні плавці, що стирчать, трикутний спинний плавець посередині тіла і гетероцеркальний хвостовий плавець. Є підстави вважати, що прообразами дельфінчиків могли стати не тільки акули, але й

тунці або інші види великих пелагічних риб, у яких перший спинний плавець розташований відразу за головою над грудним.

Ознак, що підтверджують дельфінячий образ ольвійських протомонет, небагато і це певною мірою очікувано. Це пов'язано з вкрай обмеженими у дельфінів числом помітних структур, які можна було б відобразити на протомонетах і які до того були б рисами виключно дельфінів. Такою ознакою міг бути горизонтальний хвостовий плавець. Однак у всіх випадках на протомонетах він має вертикальне розміщення. Тим не менш, ряд ознак одночасно присутніх на протомонетах певного типу: опуклий великий лоб, спинний плавець трикутної форми іноді з вирізкою ззаду, дельфіняча форма тіла дають підставу вважати, що в низці випадків стародавні ливарники прагнули зобразити саме дельфінів, хоча добре помітні бокові очі є свідомством певної химерності навіть цих образів.

Вочевидь більша частина протомонет-дельфінчиків є химерними зображеннями, які мають ознаки дельфінів, перш за все це форма тіла, та низку менш помітних, тим не менш, чітко визначених деталей властивих риbam. При цьому, найімовірніше, риби виступили первинним прообразом. На користь чого свідчить та обставина, що архаїчні та найпримітивніші вироби є насамперед зображеннями риб, зокрема осетрів.

При обговоренні результатів дослідження не можна залишити без уваги історичні інтерпретації, що стали одним з головних доводів на користь того, що прообразами ольвійських протомонет стали дельфіни. Йдеться про культ в Ольвії Аполлона Дельфінія і дельфіна, як священної тварини. Проте ціла низка обставин ставлять під сумнів безальтернативність такого роду трактування. Багато типів анепіграфічних дельфінчиків імовірно вироблялися місцевими племенами, а епіграфічні дельфіноподібні протомонети, що відливались в Ольвії та несуть скіфські написи, випускалися під протекторатом саме скіфських царів [3]. Є підстави вважати, що скіфи і тубільні племена не сповідували культ Аполлона, а дельфіни для них не були священними тваринами, про що свідчить їх вживання у їжу [14, 18] Тому для тубільних племен найбільш природним був випуск протомонет, що зображають риб, особливо осетрових, які очевидно грали вкрай важливу роль у їхньому житті.

До того слід зауважити, що протомонети-дельфінчики – результат масового виробництва і є серійними артефактами, які не мають аналогів в античному світі. Це означає, що причиною їх появи стали унікальні обставини, характерні для Ольвійського регіону. До них насамперед слід віднести на той момент безмежні та легко доступні рибні ресурси Дніпро-Бужжя, так і особливості місцевої економіки, торгівлі та культури. Саме величезні запаси осетрових та інших видів риб, які особливо у ранній час були основою раціону місцевих жителів [10], і визначили експансію стародавніх греків у Північному Причорномор'ї та зумовили первісний розквіт полісів, які були розташовані саме в районі естуарно-лиманних систем. Визнання первинності риб'ячого прообразу дельфінчиків дає підстави вважати, що саме рибальство і торгівля осетровими були економічними

пріоритетами регіону [14]. Ця обставина підтверджує ще й те, що, судячи з кісткових залишків, що збереглися [17], севрюга і російський осетр були одним з основних об'єктів харчування місцевих жителів. Більше того, можна досить обґрунтовано стверджувати, що осетрові були основним предметом експорту в метрополію, де їх м'ясо та ікра цінувалися дуже високо. Тоді як продукція сільського господарства, очевидно, вистачало лише для місцевого населення [10] і воно не могло стати предметом значного експорту.

Висновки

З проведеного аналізу стає очевидним, що прототипами більшості груп і типів дрібних дельфінчиків виступають риби і тільки для протомонет окремих типів їми можливо слугували дельфіни. У разі химерних зображень первинним слід вважати прообраз риб. Що стосується великовагових дельфінчиків – це химерні зображення, що поєднують ознаки акул, дельфінів і риб в цілому. Їх слід розглядати як вотивні дари, а не як засіб обміну високого номіналу.

Базисом для такого роду висновків є наступні обставини.

1. Множинність типів та форм дельфінчиків. У випадку, якби прототипом слугували лише чорноморські дельфіни чи риби певної групи, про таку високу різноманітність форм і типів протомонет не могло йтися. Більше того, вироби були б уніморфними, що пов'язано з обмеженістю зовнішніх ознак, особливо у дельфінів, які можна було б показати за допомогою технологій лиття того часу.

2. З 36 ознак, використаних в аналізі, лише дев'ять чітко відповідають будові тіла дельфінів, а одна – опуклий лоб є виключно дельфінячою. Для риб підходить 21 ознака, причому діагностичними слід вважати великі очі, що розміщені по боках голови, наявність зябрової кришки та бічної лінії, подвійний спинний плавець, притиснутий до тіла грудний плавець, хвостовий плавець у вертикальній проекції. Чорноморським осетровим відповідають 19 ознак, серед яких у першу чергу гіпертрофоване витягнуте рило, зміщений до хвоста спинний плавець, жучки на тілі, гетероцеркальний хвостовий плавець, а 15 – акулам (зяброві щілини, розташування і форма спинного і грудного плавців і гетероцеркальний хвостовий плавець). Ознаки, що вказують на дельфінів, часто неоднозначні і перекриваються гомологічними ознаками риб. Тоді як особливості будови риб, що представлені на дельфінчиках, діагностичні, причому настільки, що можуть бути прив'язані до тієї чи іншої систематичної групи.

3. Архаїчні ольвійські протомонети є відображенням риб, а спрощені вироби – переважно осетрових.

Подяки.

Автор виражає щирі подяки О.М. Цвелиху за плідну та конструктивну дискусію.

Список використаних джерел

1. Алексеев В. П. Новые варианты литых монет Нижнего Побужья VI–V вв. до н.э. / В. П. Алексеев // *Stratum plus*. – 2010. – № 6. – С. 123–132.
2. Анохин В. А. Античные монеты Северного Причерноморья / В. А. Анохин. – Киев: Наукова думка, 1989. – 128 с.
3. Виноградов Ю. Г. Политическая история Ольвийского полиса в VII–I вв. до н.э. Историко-эпиграфическое исследование / Ю. Г. Виноградов. – Москва: Наука, 1989. – 282 с.
4. Голубцов В. В. Монеты Ольвии из раскопок 1905–1907 гг. / В. В. Голубцов. – Известия археологической комиссии. – 1914. – Вып. 51. – С. 68–77.
5. Еллиниади А. Литые монеты Ольвии и городов Северо-Западного Причерноморья: Никония и Истрии / А. Еллиниади. – Диссертация на соискание ученой степени магистра. – Родос. – 2018. – 172 с.
6. Загинайло А. Г. Монетные находки на Роксалановском городище (1957–1963 гг.) / А. Г. Загинайло // Материалы по археологии Северного Причерноморья: сборник научных трудов. – 1966. – Вып. 5. – С. 100–130.
7. Зограф А. Н. Античные монеты / А. Н. Зограф. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1951. – 262 с.
8. Золотарьев М. І. Новий скарб ольвійських дельфінподібних монет з розкопок на о. Березань / М. І. Золотарьев // *Археологія*. – 1997. – № 4. – С. 141–144.
9. Карышковский П. О. Монеты Ольвии. Очерки денежного обращения Северо-Западного Причерноморья в античную эпоху / Карышковский П. О. – Киев: Наукова Думка, 1988. – 166 с.
10. Лейпунська Н. О. Економіка Ольвійської держави в V в. до н.е. / Н. О. Лейпунська // *Археологія*. – 1995. – № 3. – С. 16–20.
11. Лобода П. Обоядорельефный тяжелый ольвийский дельфин / П. Лобода // Древние культы, обряды, ритуалы: памятники и практики. – Зимовник. – 2015. – С. 146–149.
12. Межжерін С. В. Чи не на часі замовляти літургію за червоною королівською рибою? / Межжерін С. В. // *Біологія і хімія в сучасній школі*. – 2014. – № 4. – С. 44–52.
13. Русяєва А. С. Символіка та художні особливості монет Ольвії пізньоархаїчного та класичного часів / А. С. Русяєва, М. В. Русяєва // *Археологія*. – 1997. – № 4. – С. 29–38.
14. Сальніков О. Г. Ольвійські «рибки». Початковий етап ольвійського грошового обігу / О. Г. Сальніков // *ОДАМ. Матеріали з археології Північного Причорномор'я*. – 1959. – Вип. 2. – С. 44–52.
15. Фролова Н. А. Монеты Ольвии в собрании Государственного исторического музея. Каталог / Н. А. Фролова, Н. Г. Абрамзон. – Москва: Росспэн. 2005. – 360 с.
16. Харко Л. П. Монеты из раскопок Ольвии 1946–1947 / Л. П. Харко // *Ольвия. Теменос и агора*. Москва-Ленинград: Наука. 1964. – С. 321–380.
17. Яниш Е. Ю. Промысловые рыбы Древней Ольвии (I III вв. нэ) и ее окрестностей / Е. Ю. Яниш, Е. Е. Антипина // *Зоологический журнал*. – 2013. – Т. 92, № 9. – С. 1190–1200.
18. Яниш Е. Ю., Каспаров А. К. О костных остатках поселения архаического времени Березань в Северном Причерноморье (Украина) // *Археологические вести*. – 2015. 21. – С. 124–139.
19. Frohner W. Catalogue de medailles du Bosphore cimmerien, formant la collection de Jules Lemme a Odessa / W. Frohner – Paris: Delbergue-Cormont, 1872. – 44 p.
20. Köhler H. K. E. Zwei Aufschriften der Stadt Olbia / H. K. E. Köhler – St. Petersburg, 1822. – P. 62–80.
21. Sallett von A. Die Marken von Olbio / Sallett von A. // *Zeitschrift für Numismatik*. – 1883. – 10. – P. 144–147.
22. Stolba V. F. Fish and money: numismatic evidence for Black sea fishing / Ancient fishing and fish processing in the Black sea region V. F. Stolba / Ed. T. Bekker-Nielsen. – Aarhus Univ. Press, 2005. – P. 115–203.

Стаття надійшла до редакції 10.01.2022

С. В. Межжерін

Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, відділ еволюційно-генетичних основ систематики,
вул. Богдана Хмельницького 15, Київ, 01030, Україна,
e-mail: smezhzherin@gmail.com

**ОЛЬВІЙСЬКІ ПРОТОМОНЕТИ-ДЕЛЬФІНЧИКИ:
АКУЛИ, ОСЕТРИ ЧИ ДЕЛЬФІНИ?**

Резюме

Вступ. Ольвійські протомонети-дельфінчики є одними з наймасовіших і водночас унікальними серійними металевими виробами раннього періоду античності. Досі залишається дискусійним питання про біологічні прототипи, якими, на думку одних дослідників, могли бути риби, а інших – дельфіни. Відсутність аналізу видової приналежності зображень дельфінчиків не дозволяє дати чітку відповідь на це питання.

Мета. Шляхом порівняльно-анатомічного аналізу визначити зоологічні прототипи дельфінчиків.

Результати. З 36 анатомічних ознак, які можна ідентифікувати на протомонетах, 25 властиві риbam, серед яких 21 характерні для осетрових та 19 для акул, і лише 9 чітко належать дельфінам. Присутність і виразність ознак створює різноманіття типів протомонет, а поєднання ознак риб та дельфінів призводить до химерності зображень. При цьому архаїчні та примітивні протомонети мають риб'ячий прототип. Діагностичні ознаки риб на протомонетах: великі очі з боків голови, зяброва кришка, бічна лінія, подвійний спинний плавець, притиснутий до тіла грудний плавник, хвостовий плавець у вертикальній проекції. Одні ознаки (гіпертрофоване витягнуте рило, зміщений до хвоста спинний плавець, жучки на тілі, гетероцеркальний хвостовий плавець) відповідають осетровим, інші (зяброві щілини, розташування і форма спинного і грудного плавників, гетероцеркальний хвостовий плавець) акулам. Прямим доказом дельфінячого прообразу протомонет слід вважати опуклий лоб, тоді як інші ознаки або перекриваються ознаками риб, або їх інтерпретація суб'єктивна.

Висновки. 1. Множинність типів і форм дельфіноподібних протомонет, що поєднують ознаки дельфінів та різних видів риб, вказує на відсутність єдиного прототипу. 2. Більшість ознак на анепіграфічних протомонетах властива риbam. Прототипами виступають осетрові та можливо акули. 3. За комбінаціями ознак можливо виділення протомонет типу осетер чи дельфін. 4. Частина виробів має химерні зображення. 5. Великовагові дельфінчики – химерні зображення, на яких представлені ознаки акул, а також можливо інших риб і дельфінів. 6. Епіграфні дельфінчики з написом «ΑΡΙΧΟ» несуть ознаки риб, тоді як дрібніші «ΘΥ» правильно вважати химерними зображеннями. 7. Переважання ознак риб на архаїчних та примітивних виробах доводить первинність образу риби.

Ключові слова: дельфіноподібні монети; Ольвія; риби; осетри; акули; дельфіни.

S. V. Mezhzherin

I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS of Ukraine

B. Khmelnytskyi Str. 15, Kyiv, 01030, Ukraine, e-mail: smezhzherin@gmail.com

OLBIAN DOLPHIN PROTO-COINS: STURGEONS, SHARKS OR DOLPHINS?

Abstract

Introduction. Olbian dolphin proto-coins are one of the most common and simultaneously unique serial metalworks of the early antiquity period. The question of biological prototypes, which, according to different researchers, could be either fish or dolphins, remains debatable. The absence of species affiliation analysis of the dolphin-like depictions does not allow giving a clear answer to this question.

Objective. Determination of zoological prototypes of dolphin proto-coins by comparative anatomical analysis.

Results. Among 36 anatomical features that can be identified on the coins, 25 are inherent in fish, in particular 21 are specific for sturgeons and 19 for sharks, and only 9 clearly belong to dolphins. The presence and distinctiveness of the traits creates a variety of types of proto-coins, and the combination of features from fish and dolphins causes the depictions to look whimsical. Archaic and primitive proto-currency herewith has a fish prototype. Diagnostic features of fish on the coins: big eyes on the sides of the head, operculum, lateral line, two dorsal fins, pressed to the body pectoral fin, truncated caudal fin. Some features (hypertrophied elongated snout, dorsal fin being closer to caudal fin, scutes on the body, heterocercal caudal fin) correspond to sturgeons, others (gill slits, location and shape of dorsal and pectoral fins, heterocercal caudal fin) to sharks. Bulging forehead should be considered as direct proof of a dolphin prototype for the coins, while other traits are either surpassed by fish features, or their interpretation is subjective.

Conclusions. 1. The multiplicity of types and forms of dolphin-like coins, which combine traits of dolphins and different species of fish, indicates an absence of a single prototype. 2. The majority of the traits on anepigraphic coins are native to fish. The prototypes are sturgeons and possibly sharks. 3. By combinations of features it is possible to distinguish sturgeon- and shark-type proto-coins. 4. Some articles have bizarre depictions. 5. Heavyweight dolphins are whimsical representations with features of sharks as well as possibly other fish and dolphins. 6. Epigraphical dolphins with an "APIXO" inscription bear signs of fish, whilst smaller ones with "ΘΥ" are rather bizarre depictions. 7. Predominance of fish traits on archaic and primitive items proves the primacy of the image of the fish.

Key words: dolphin protocoins; Olbia; fish; sturgeons; sharks; dolphins.

References

1. Alekseev V.P. (2010) "New variants of cast coins of the Lower Bug region of the 6th-5th centuries BC" [Novye varianty lityh monet Nizhnego Pobuzh'ya v 6–5 vekah do nashey ery], *Stratum plus*, 2010, № 6, pp. 123–132.
2. Anohin V.A. (1989) "Antique coins of the Northern Black Sea region" [Antichnye monety Severnogo Prichernomor'ya], Kiev, Naukova dumka, 128 p.
3. Vinogradov Yu. G. (1989) "Political history of the Olbia polis in the 7th-1st centuries BC" [Historical and epigraphic research] [Politicheskaya istoria Ol'viyskogo polisa v VII–I vv. do n.e. Istoriko-epigraficheskoe issledovanie], Moskva, Nauka, 282 p.
4. Golubtsov V.V. (1914) "Coins of Olbia from the excavations of 1905–1907" [Monety Ol'vii iz raskopok 1905–1907 gg.], *Izvestiya archeologicheskoy komissii*, 51, pp. 68–77.
5. Elliniady A. (2018) "Cast coins of Olbia and the cities of the North-Western Black Sea region: Nikon and Istria" [Litye monety Ol'vii s gorodov Severo-Zapadnogo Prichernomor'ya: Nikon i Istria], *Dissertatsia na soiskanie uchenoy stepeni magistra*, Rodos, 172 p.
6. Zaginaylo A.G. (1966) "Coin finds at the Roksalana's settlement (1957–1963)" [Monetnyie nahodki na Roksalanovskom gorodishche (1957–1963 gg.)], *Materialy po archeologii Severnogo Prichernomor'ya: sbornik nauchnykh trudov*, Is. 5, pp. 100–130.
7. Zograf A. N. (1951) "Antique coins" [Antichnyie monety], Moskva-Leningrad. Izdatel'stvo AN SSSR, 262 p.
8. Zolotaryov M.I. (1997) "New belongings of Olvian dolphin-like coins from the openings on the island. Berezan" [Noviy skarb ol'dsys'kyh delphinopodobnykh monet z rozkopok na o. Berezan], *Archeologia*, 4, pp. 141–144.
9. Karyshkovskii P.O. (1988) "Coins of Olbia. Essays on monetary circulation in the North-Western Black Sea region in Antiquity" [Monety Olvii. Ocherky denezhnogo obrashchenia Severo-Zapadnogo Prichernomor'ya v Antichnuyu epokhu], Kiev, Naukova Dumka, 166 p.
10. Leypun'ska N. O. (1995) "Economy of the Olbia state in the 5th century BC" [Ekonomika Ol'viyskoy derzhavy v V v. do n.e.], *Archeologia*, 3, pp. 16–20.
11. Loboda P. (2015) "Double-relief heavy Olvian dolphin" [Oboyudorel'yefniy tyazhelyi ol'viyskiy dolphin], *Drevnii kul'ty, obryady, ritualy: pamyatniki i praktiki*. Zimovnik, pp. 146–149.
12. Mezhhzerin S. V. (2014) "Isn't it time to order the royal red fish liturgy?" [Chy ne na chasy zamovlyaty liturgiyu za chervonoyu korolivs'koyu ryboyu?], *Biologiya i himiya v suchasniy shkoli*, 4, pp. 44–52.
13. Rusyaeva A. C., Rusyaeva M. V. (1997) "Symbolics and artistic features of the coins from Olbia of the late Archaic and Classical times" [Simvolika ta hudozhni osoblyvosti monet Ol'vii pizdnioarhaichnogo ta klasychnogo chasiv], *Archeologia*, 4, pp. 29–38.
14. Sal'nikov O.G. (1959) "Olbia «fishes». The initial stage of the Olbia money circulation [Ol'viyski "rybki"] [Pochatkoviy etap ol'viys'kogo groshovogo obigu], *ODAM Materialy z archeologii Pivnichnogo Prychornomor'ya*, 2, pp. 44–52.
15. Frolova N.A., Abramzon N. G. (2005) "Coins of Olbia in the collection of the State historical museum. Catalog" [Monety Ol'vii v sobranii Gosudarstvennogo istoricheskogo muzeya Katalog], Moskva, Rosspen, 360 p.
16. Harko L.P. (1964) "Coins from the excavations of Olbia 1946–1947" [Monety iz raskopok Ol'vii 1946–1947], *Olvia, Temenos i agora*. Moskva-Leningrad, Nauka, pp. 321–380.
17. Yanish E., Antipina E. (2013) "Commercial fish of Ancient Olbia (1–3rd centuries AD) and its neighborhood" [Promyslovyye ryby Drevney Ol'vii (I–III vv. ne) i eyo okrestnostey], *Zoologicheskii zhurnal*, 92, 9, p. 1190–1200.
18. Yanish E. Yu., Kasparov A. K. (2015) "On the bone remains of the archaic period settlement of Berezan on the Northern Black Sea Littoral (Ukraine)" [O kostnykh ostatkakh poseleniya arhaichnogo vremeni Berezan v Severnom Prichernomor'ye (Ukraina)], *Archeologicheskie vesti*, 21, pp. 124–139.
19. Frohner W. (1872) Catalogue de medailles du Bosphore cimmerien, formant la collection de Jules Lemme a Odessa – Paris: Delbergue-Cormont, – 44 p.
20. Köhler H. K. E. (1822) Zwei Aufschriften der Stadt Olbia– St. Petersburg, ss. 62–80.
21. Sallett von A. (1883) Die Marken von Olbio, *Zeitschrift für Numismatik*, 10, ss. 144–147.
22. Stolba V.F. (2005) Fish and money: numismatic evidence for Black sea fishing, *Ancient fishing and fish processing in the Black sea region* / Ed. T. Bekker-Nielsen, Aarhus Univ. Press, pp. 115–203.

ГЕНЕТИКА І МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ



DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259778](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259778)

УДК 581.148:577.15:633.16

Т. Г. Алексєєва, к.б.н., доцент

В. А. Топтіков, к.б.н., доцент

О. Л. Січняк, к.б.н., доцент

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: t.alieksieieva@onu.edu.ua

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У ФУНКЦІОНУВАННІ МЕХАНІЗМІВ СТАРІННЯ НА ПРИКЛАДІ ЯЧМЕНЮ

Досліджено толерантність насіння до тривалого зберігання у 3 сортів ячменю (*Hordeum vulgare* L.) Росава, Селена Стар і Трудівник. За толерантністю до тривалого зберігання за прямого та цитогенетичного тестів досліджувані сорти розташовувалися наступним чином: Трудівник > Росава > Селена Стар. Показано, що життєздатність насіння після зберігання тісно пов'язана із активністю пероксидази та супероксиддисмутази: більш толерантним сортам властива стабільність загальної активності пероксидази та супероксиддисмутази. У визначенні життєздатності насіння за тривалого зберігання провідну роль мають питома активність середньорухливої фракції пероксидази та мало- і середньорухливої фракції СОД.

Ключові слова: ячмінь, старіння; зберігання насіння; мітоз; хромосомні аномалії; пероксидаза; супероксиддисмутаза

Явище старіння насіння давно відоме і протягом всього часу привертає увагу дослідників. Це обумовлено як господарськими потребами (при створенні страхових фондів, для потреб насінництва), так і важливістю проблеми зберігання генетичних ресурсів рослин – загалом у більш ніж у 1750 генних банках у всьому світі зберігається понад 7,4 млн. зразків зародкової плазми [15]. Відомо, що довговічність насіння залежить як від умов його зберігання, так і від умов формування насіння під час вегетації рослин і післязбирального дозрівання насіння [16]. Однак провідну роль відіграють, беззаперечно, умови зберігання. Незважаючи на пильну увагу до процесу старіння насіння, досі немає однозначної відповіді на питання про механізми старіння. Перші відомості пов'язані з ім'ям М.С. Навашина [22], який вперше виявив в корінні рослин, які розвинулися зі старого насіння *Crepis tectorum*, високу частоту хромосомних аберацій. Пізніше це було підтверджено на різноманітних рослинних об'єктах. Однак залишалося відкритим питання про

молекулярні процеси цього явища. Хоча точні причини старіння насіння досі не з'ясовані остаточно, вважають, що основною причиною цього процесу є активні форми кисню [27], які при зберіганні насіння утворюються внаслідок неферментативних реакцій між відновленими цукрами та молекулами з вільними аміногрупами [21], а також внаслідок перекісного окиснення ліпідів [25]. Накопичені активні форми кисню можуть викликати пошкодження нуклеїнових кислот [18], білків [7], ліпідів [12]. Крім того, активні форми кисню можуть викликати апоптоз внаслідок індукції відкриття перехідних пор мітохондрій та вивільнення цитохрому С [30]. Захисним механізмом, що протидіє шкідливому впливу активних форм кисню є підвищення активності ряду ферментів, які знешкоджують вільні радикали. Зокрема, виявлене збільшення активності супероксиддисмутази у тютюну [19], каталази при висушуванні насіння соняшнику [9]. Навпаки, за старіння насіння цибулі вміст антиоксидантних ферментів, а саме супероксиддисмутази, каталази, дегідрогенази та пероксидази суттєво зменшувався [11].

Останнім часом робляться спроби розглянути генетику ознаки тривалості життя насіння. Докладний огляд на цю тему [8] підіймає широкий пласт проблем та різноманітних підходів. Зокрема, враховуючи, те що життєздатність насіння по суті є комплексною кількісною ознакою, обговорюються численні дослідження QTL та їх впливу на тривалість життя насіння, проведені як на модельних об'єктах, так і на найважливіших сільськогосподарських культурах. В багатьох випадках зазначені маркери були асоційовані з насіннєвими покриттями, енергетичними процесами, але більшість асоціацій виявлено зі станом антиоксидантної системи рослин, зокрема у рису з алкогольдегідрогеназою та альдокеторедуктазою, у пшениці – з пероксидазою, у кукурудзи – з супероксиддисмутазою та каталазою.

Дослідження з порівняльної протеоміки показали, що у форм, толерантних до старіння, заздалегідь відбувається збагачення білків, пов'язаних з підтриманням окиснювально-відновлювального та вуглецевого гомеостазу, що супроводжувалося підсиленням трансляції таких білків [13].

Цитоплазматичні геноми є суттєвим джерелом природної мінливості і тривалості життя насіння [10], що не викликає подиву, адже з цитоплазматичними геномами пов'язані основні енергетичні процеси – дихання і фотосинтез. Створення різноманітних ядерно-плазматичних гібридів арабідопсису показало, що певні комбінації забезпечували сприятливі ефекти на тривалість життя насіння, інші демонстрували існування субоптимальних ефектів. Виявлені комбінації як гірші, так і кращі за тривалістю життя насіння у порівнянні з природними сполученнями клітинних субгеномів. Дослідження NADP-MALIC ENZYME1 мутантів арабідопсису показало знижену життєздатність насіння у порівнянні з формами дикого типу. З'ясовано, що активність даного ферменту необхідна для захисту насіння від окиснення при їх зберіганні у сухому виді [29].

Зважаючи на вищевказане, **метою** роботи було дослідження впливу тривалого зберігання насіння різних сортів ячменю, попередньо диференційованих за толерантністю до старіння насіння, на стан ферментів антиоксидантної системи.

Матеріали та методи дослідження

У якості матеріалу для дослідження були обрані сорти ячменю (*Hordeum vulgare* L.) Росава, Селена Стар і Трудівник, створені у Селекційно-генетичному інституті – національному центрі насіннєзнавства і сортовивчення (м. Одеса). Для дослідження використовували насіння, яке зберігалось у неспеціалізованих умовах лабораторії у конвертах з цупкого паперу протягом 8 років, та свіже насіння, яке пройшло післязбиральне дозрівання; його використовували як контроль. Для диференціації насіння за здатністю зберігати схожість після тривалого зберігання насіння пророщували у чашках Петрі у термостаті + 24 °C на фільтрувальному папері, визначаючи енергію проростання і схожість [2]. Прямий тест доповнювали цитогенетичним дослідженням – ана-телофазним тестом [5]. Вірогідність отриманих результатів у дослідах з пророщенням зерна, врахуванням енергії проростання і ана-телофазного методу визначали за допомогою критерію Ст'юдента [1]. Досліди проводили у чотирьох повторностях.

Для електрофоретичних досліджень в дослідній групі використовували паростки після 8-річного зберігання насіння для сортів Росава і Трудівник. Паростки зі старого насіння сорту Селена Стар не сформували достатньої для проведення аналізу кількості пагонів, тому були змушені використовувати паростки з насіння, яке зберігалось протягом 3 років.

Отримання тканинних гомогенатів для електрофоретичного аналізу ензимів та електрофорез проводили, як описано раніше [6].

Ензими в гелях детектували відповідно рекомендацій [20]. Неспецифічну пероксидазну активність (КФ. 1.11.1.7) виявляли з використанням бензидину як субстрату ензиму, супероксиддисмутази (КФ 1.15.1.1) – проявляли по відновленню нітротетразолієвого синього.

Електрофореграми документували за допомогою скануючої приставки до комп'ютера і проводили кількісний аналіз отриманих денситограм за комп'ютерною програмою АнаІС [М.А. Поджарский, Д.Г. Рибалка, podzharsky@ukr.net]. Визначали кількість множинних форм ферментів, їх відносну електрофоретичну рухливість (R_f) та питому вагу (частку) у відсотках у загальному спектрі. Ферментативну активність оцінювали за площею піків на денситограмах відповідних множинних форм, і розраховували в умовних одиницях (пікселях) на 1 мг сухої тканини (далі в тексті – «од/мг»). Зазначений спосіб не показує істинний рівень ферментативної активності, але є достатньо інформативним для порівняльних досліджень. Кількість повторностей для кожного досліду дорівнювала чотирьом.

Результати дослідження та їх обговорення

Результати дослідження енергії проростання та схожості насіння ячменю після 8-річного зберігання та в контролі наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Енергія проростання і схожість ячменю за тривалого зберігання насіння

Термін зберігання	Сорт					
	Енергія проростання, % ($\bar{x} \pm s_p$), n = 500			Схожість, % ($\bar{x} \pm s_p$), n = 500		
	Росава	Селена Стар	Трудівник	Росава	Селена Стар	Трудівник
8 років	10,4 $\pm$ 1,4***	6,6 $\pm$ 1,1***	17,6 $\pm$ 1,7***	13,4 $\pm$ 1,5***	6,6 $\pm$ 1,1***	22,6 $\pm$ 1,9***
Контроль	93,4 $\pm$ 1,1	87,0 $\pm$ 1,7	73,4 $\pm$ 2,0	93,4 $\pm$ 1,1	87,0 $\pm$ 1,5	81,4 $\pm$ 1,7

* – відмінності від контролю достовірні при $p \leq 0,001$

Крім очікуваного ясно вираженого зменшення енергії проростання і схожості насіння з 8-річного зберігання у порівнянні з контролем ($p \leq 0,001$) вдалося диференціювати сорти ячменю за ступенем втрати життєздатності за 8-річного зберігання насіння (табл. 2).

Таблиця 2

Значення критерію Стюдента за попарного порівняння енергії проростання і схожості насіння після 8-річного зберігання

Показники	Схожість насіння			
Енергія проростання	Сорти	Росава	Селена Стар	Трудівник
	Росава	–	3,57***	4,84***
	Селена Стар	2,13*	–	7,27***
	Трудівник	3,27**	5,45***	–

* – відмінності між сортами достовірні при $p \leq 0,05$

** – відмінності від контролю достовірні при $p \leq 0,01$

*** – відмінності від контролю достовірні при $p \leq 0,001$

Таким чином, нам вдалося диференціювати досліджувані генотипи за толерантністю до старіння насіння: найбільш чутливим виявився сорт Селена Стар, найбільш толерантним – Трудівник.

Дослідження клітин кореневої меристеми ячменю показало наявність як нормальних анафаз і телофаз (рис. 1), так і певної кількості клітин з аномальними поділами, навіть в контролі.

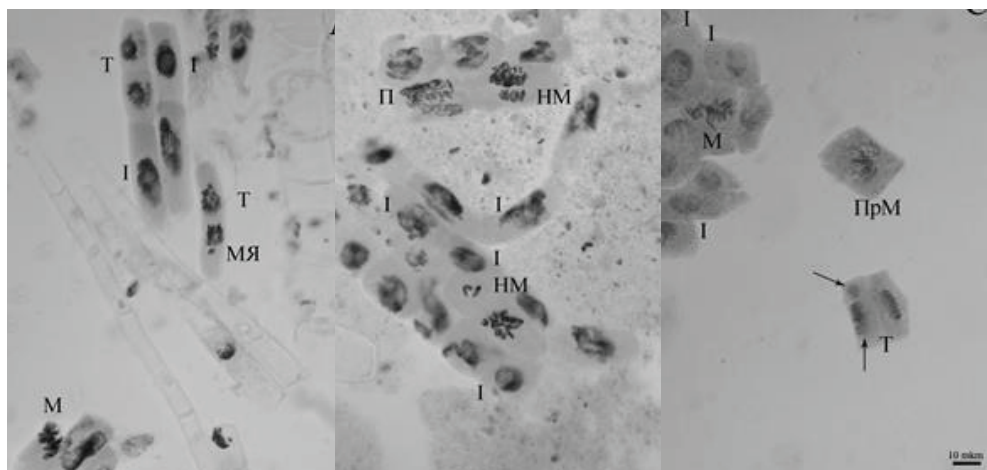


Рис. 1. Клітини кореневої меристеми ячменю сорту Росава.

I – інтерфаза, Т – телофаза, М – метафаза, МЯ – мікроядро (хромосомний фрагмент), НМ – нерівний мітоз, ПрМ – прометафаза. Стрілками вказано асинхронність деспіралізації хромосом, що також може призвести до різноякісності генетичного матеріалу дочірніх клітин. Знято при об. 40×, ок. 15×. Забарвлення ацетокарміном

У табл. 3 наведена частота зустрічальності нормальних і аномальних ана-телофаз у досліджуваного матеріалу.

Таблиця 3

Частота (%) порушень мітозу кореневої меристеми паростків ячменю за умови довготривалого зберігання ($n_{\text{вар}}$ не менше 600 клітин)

Термін зберігання	Нормальні ана- і телофази	Аномальні ана- і телофази			
		Мости	Фрагменти	Багатополосний мітоз	Нерівний мітоз
Росава					
8 років	71,4±1,8***	10,2±1,2***	12,2±1,8***	2,0±0,6**	4,3±0,8***
Контроль	99,8±0,18 ¹	0,17±0,17 ¹	0,17±0,17 ¹	0,17±0,17 ¹	0,17±0,17 ¹
Селена Стар					
8 років	75,0±1,8***	13,9±1,4***	5,6±0,9*	0,17±0,17 ¹	4,3±0,8***
Контроль	97,1±0,7	0,17±0,17 ¹	2,9±0,7	0,17±0,17 ¹	0,17±0,17 ¹
Трудівник					
8 років	80,0±1,6***	6,7±1,0*	8,3±1,1***	1,7±0,5**	3,3±0,7***
Контроль	97,1±0,7	1,5±0,5	1,5±0,5	0,17±0,17 ¹	0,17±0,17 ¹

¹ – значення середньої та її похибки розраховані по методу Ван-дер-Вардена

* – відмінності від контролю достовірні при $p \leq 0,05$

** – відмінності від контролю достовірні при $p \leq 0,01$

*** – відмінності від контролю достовірні при $p \leq 0,001$

Серед аномалій мітозу досить часто зустрічалися клітини з відставанням хромосом, клітини з мостами, клітини з фрагментами (рис. 1). Явище відставання хромосом у анафазі є однією з найпоширеніших хромосомних аномалій. Вважають, що відставання хромосоми зумовлено порушенням її орієнтації відносно осі поділу. Такі хромосоми зазвичай не потрапляють до дочірніх клітин (вони утворюють мікроядра або фрагментуються), що призводить до гіпоанеуплоїдії дочірніх клітин. Також зустрічалися клітини з багатополюсними (трьохполюсними) мітозами і з різко нерівними мітозами, але значно рідше (рис. 1). Поява багатополюсних мітозів пов'язана з порушенням і фрагментацією «полярної шапочки» – центра, від якого відходять мікротрубочки веретена поділу [28].

Кількість нормальних анафаз і телофаз у корневих меристемах проростків з насіння, яке зберігалось протягом 8 років коливалася від 71 до 80%. Паростки сорту Трудівник мали найбільш регулярні мітози, достовірно перевершуючи показники сорту Росава ($p \leq 0,01$) і Селена Стар ($p \leq 0,05$). Паростки двох останніх сортів за регулярністю мітозу достовірно не відрізнялися.

Таким чином, за результатами двох тестів сорт Трудівник виявився найбільш толерантним до старіння насіння, а сорт Селена Стар – найбільш чутливим. Спираючись на це було проведено дослідження спектру пероксидази і супероксиддисмутази у зазначених сортів.

У спектрі пероксидаз паростків визначено до 8 фракцій ізоферментів, які умовно розділили на три фракції (табл. 4): малорухливу (Rf 0,03 і 0,09), середньорухливу (Rf 0,14, 0,18 і 0,23) і швидкоорухливу (Rf 0,37 і 0,40).

Таблиця 4

Розподіл ізоферментів пероксидази паростків за фракціями в залежності від віку насіння

Сорт	Термін зберігання насіння, роки	Фракції		
		малорухлива	середньорухлива	швидкорухлива
Частка фракції у спектрі ензиму (%)				
Трудівник	1	61,65±3,63	28,09±1,59	10,26±2,35
	8	50,25±2,48 (t=2,29)	39,08±2,44 (t=3,44)	10,67±0,99
Росава	1	52,64±6,80	36,20±4,00	11,17±2,98
	8	61,38±4,46 (t=1,08)	27,50±3,06 (t=1,73)	11,12±1,61
Селена Стар	1	45,68±2,69	42,77±1,87	11,55±1,51
	3	50,01±4,62 (t=0,81)	37,84±3,02 (t=1,39)	12,16±1,70

У сорту Трудівник за старіння насіння спостерігалася достовірне ($p \leq 0,05$) збільшення частки середньорухливої фракції за рахунок малорухливої; частка швидкорухливої фракції майже не змінювалася. У сорту Росава спостерігалася протилежна картина: збільшення частки малорухливої фракції за рахунок середньорухливої; частка швидкорухливої фракції майже не змінювалася. У сорту Селена Стар за рахунок середньорухливої фракції збільшувалася частка малорухливої і, в меншому ступеню, швидкорухливої фракції, однак ці коливання не були достовірними.

Зміни часток різних фракцій супроводжувалися зміною активності ферментної системи (табл. 5). У паростків сортів Росава і Селена Стар, отриманих зі старого насіння, загальна активність пероксидази зменшувалася, в той час як у паростків сорту Трудівник – збільшувалася. Спостерігали також суттєві відмінності між сортами за питомою активністю окремих фракцій. У сорту Трудівник зростала питома активність швидкорухливої і, особливо, середньорухливої фракцій. У сортів Росава і Селена Стар питома активність всіх фракцій зменшувалася, особливо сильно зменшувалася питома активність середньорухливої фракції. Втім достовірність відмінностей вдалося довести до зниження загальної активності та питомої активності середньорухливої фракції пероксидази паростків сорту Селена Стар та Росава і збільшення питомої активності середньорухливої фракції пероксидази паростків сорту Трудівник.

Таблиця 5

**Активність пероксидази паростків, вирощених
з насіння різного терміну зберігання**

Сорт	Термін зберігання насіння, роки	Фракції			Загальна активність ферменту
		малорухлива	середньорухлива	швидкорухлива	
Питома активність (од/мг)					
Трудівник	1	12,97±1,76	5,82±0,39	2,13±0,54	20,91±2,13
	8	13,05±2,21	9,96±0,94	2,70±0,20	25,70±3,14
	% від контролю	100,6 ¹ (t=0,03)	171,1 (t=4,10)	126,8 (t=0,98)	122,9 (t=1,26)
Росава	1	13,48±1,79	9,26±1,02	2,85±0,75	25,60±1,74
	8	11,70±1,58	5,12±0,29	2,08±0,30	18,90±1,51
	% від контролю	86,8 (t=0,77)	55,3 (t=3,91)	73,0 (t=0,95)	73,8 (t=2,91)
Селена Стар	1	19,46±2,32	18,00±0,55	4,89±0,72	42,35±3,11
	3	14,16±1,59	10,65±0,77	3,43±0,50	28,25±1,43
	% від контролю	72,7 (t=1,89)	59,2 (t=7,74)	70,1 (t=1,66)	66,7 (t=3,38)

¹ – дані контролю прийняті за 100%

У спектрі супероксиддисмутази проростків ячменю було виявлено до 8 фракцій ізоферментів, які умовно розділили на три фракції: малорухливу (Rf 0.03, 0.12 і 0.15), середньорухливу (Rf 0.48, 0.53) і швидкорухливу (Rf 0.66, 0.70 і 0.76) (табл. 6). У сорту Трудівник за старіння насіння спостерігалось збільшення частки малорухливої фракції за рахунок швидкорухливої; частка середньорухливої фракції майже не змінювалася. У сорту Селена Стар, навпаки, за рахунок малорухливої фракції збільшувалася частка швидкорухливої фракції. Частка середньорухливої фракції майже не змінювалася. У сорту Росава спостерігалися випадкові флуктуації зазначених показників.

Таблиця 6

Розподіл ізоферментів супероксиддисмутази паростків за фракціями в залежності від віку насіння

Сорт	Термін зберігання насіння, роки	Фракції		
	Порівнювані варіанти	малорухлива	середньорухлива	швидкорухлива
<i>Частка фракції у спектрі ензиму (%)</i>				
Трудівник	1	50,94±3,31	2,55±0,48	46,51±3,77
	8	64,58±3,03	2,08±0,40	33,34±3,29
	% від контролю	126,8 (t=3,04)	81,6	71,7 (t=2,63)
Росава	1	52,29±4,13	3,89±0,31	43,83±4,20
	8	53,10±3,62	2,98±0,55	43,93±4,13
	% від контролю	101,5	76,6	100,2
Селена Стар	1	64,95±1,19	2,79±0,23	32,27±1,11
	3	54,76±4,53	3,53±0,35	41,71±4,39
	% від контролю	83,3 (t=2,18)	126,5	129,3 (t=2,08)

Загальна і питома (по фракціях) активність супероксиддисмутази наведена у табл. 7. У сорту Трудівник загальна активність СОД паростків, а також питома активність усіх фракцій за старіння насіння достовірно не змінювалися, хоча й спостерігалася тенденція до збільшення питомої активності малорухливої фракції і зменшення – інших фракцій. У сорту Росава проявилася тенденція до зменшення як загальної активності СОД, так і її окремих фракцій, але це зменшення було недостовірним. Натомість у паростків сорту Селена Стар виявлене достовірне ($p \leq 0,05$) зменшення загальної активності СОД та питомої активності середньорухливої і, особливо, малорухливої фракцій.

Таким чином, сорт Трудівник, який показав кращі результати у попередніх тестах (на енергію проростання і схожість насіння та регулярність мітозу в кореневій меристемі) продемонстрував відмінності у стані досліджуваних ген-

ензимних систем у порівнянні з іншими сортами. Зокрема, загальна активність як пероксидази, так і СОД майже не змінювалася. Разом з тим, зростала питома активність середньорухливої фракції пероксидази, що супроводжувалося збільшенням її частки у спектрі за рахунок малорухливої фракції. В той же час, у найбільш чутливого до старіння насіння за результатами попередніх тестів сорту Селена Стар змін у спектрі досліджуваних ген-езимних систем не спостерігалася, натомість виявлене достовірне ($p \leq 0,05$) зниження загальної активності пероксидази і СОД, що супроводжувалося зменшенням питомої активності середньорухливої фракції пероксидази і малорухливої і середньорухливої фракцій СОД.

Таблиця 7

Активність супероксиддисмутази паростків, вирощених з насіння різного терміну зберігання

Сорт	Термін зберігання насіння, роки	Фракції			
	Порівнювані варіанти	малорухлива	середньорухлива	швидкорухлива	Загальна активність ферменту
<i>Питома активність (од/мг)</i>					
Трудівник	1	2,66±0,20	0,13±0,02	2,43±0,14	5,22±0,22
	8	3,41±0,39	0,11±0,03	1,78±0,30	5,30±0,59
	% від контролю	128,2 (t=1,70)	84,6	73,3	101,5
Росава	1	3,74±0,42	0,28±0,03	3,12±0,35	7,13±0,45
	8	2,80±0,27	0,16±0,03	2,42±0,52	5,37±0,69
	% від контролю	74,9 (t=1,88)	57,1	77,6	75,3
Селена Стар	1	8,20±1,02	0,35±0,03	4,01±0,31	12,55±1,36
	3	4,16±0,50	0,26±0,01	3,14±0,39	7,56±0,53
	% від контролю	50,7 (t=3,54)	74,3 (t=3,00)	78,3 (t=1,74)	60,2 (t=3,42)

Відомо, що за проростання насіння відбувається значна інтенсифікація дихальних процесів і ензиматичної мобілізації запасних речовин [4]. Пробудження рослин автоматично спричиняє небезпечне підвищення в тканинах кількості активних форм кисню [3]. Тому адекватне реагування антиоксидантної системи є дуже важливим при проростанні насіння. Очевидно, що виявлене зниження активності таких важливих антиоксидантних ензимів як пероксидаза і СОД (загальне, або окремих фракцій) тісно зв'язане з погіршенням схожості, а також з регулярністю мітозу в кореневій меристемі паростків.

Схожі результати були отримані в дослідженнях на ячменю та інших культурах. Дослідження активності антиоксидантних ферментів іранських сортів

ячменю показало, що сорти з меншою енергією проростання та схожістю схожістю насіння мають меншу активність каталази та пероксидази [26]. Дослідження проведені на сафлорі, показали суттєве збільшення вмісту H_2O_2 за прискореного старіння насіння, що супроводжувалося збільшенням активності СОД і зменшенням активності каталази, в той час як для пероксидази не було виявлено суттєвого збільшення або зменшення активності, але активність цього ферменту була специфічною для конкретних генотипів [24].

Однак виявлені закономірності висвітлюють лише одну сторону процесу старіння насіння. З'ясовано, що втрата схожості внаслідок старіння насіння пов'язана з окисненням запасних та мембранних ліпідів, яке здійснюється ферментативним та неферментативним шляхом [23]. Останнім часом механізми старіння насіння намагаються пов'язати із деградацією збереженої у насінні фрагменту іРНК. Експерименти на арабідопсисі, м'якій пшениці і канолі (канадські сорти рапсу з олією пониженої кислотності) показали, що швидкість деградації іРНК корелює з часом зберігання насіння або з розмірами фрагменту іРНК, в той час як якість тотальної РНК мало змінювалася за старіння насіння [31]. Чималу увагу приділяють і деградації регуляторних малих РНК (мРНК), які залучені до участі у регуляції генів, що кодують антиоксидантні ферменти [17]. Дослідження, проведені на сої показали, що за старіння насіння не відбувається окиснення або деградації ДНК, разом з тим вказується на негативну динаміку антиоксидантних ферментів [14]. Отже, механізми старіння насіння пов'язані з багатьма системами, однак антиоксидантні ферменти відіграють ключову роль у функціонуванні зазначених механізмів.

Висновки

1. За результатами оцінки енергії проростання та схожості насіння і анателофазого тесту сорт Трудівник виявився найбільш толерантним до старіння насіння, а сорт Селена Стар – найбільш чутливим.

2. У толерантного до старіння насіння сорту ячменю Трудівник виявлена стабільність загальної активності пероксидази та супероксиддисмутизи, а також підвищена активність середньорухливої фракції пероксидази.

3. У найбільш чутливого до старіння насіння сорту ячменю Селена Стар виявлене достовірне ($p \leq 0,05$) зниження загальної активності пероксидази і СОД, що супроводжувалося зменшенням питомої активності середньорухливої фракції пероксидази і малорухливої і середньорухливої фракцій СОД.

Список використаної літератури

1. Атраментова Л. О. Статистичні методи в біології / Л. О. Атраментова, О. М. Утевська. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
2. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. – Київ: Держстандарт України, 2003. – 173 с.
3. Колупаев Ю. Е. Антиоксидантная система растений: участие в клеточной сигнализации и адаптации к действию стрессоров / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец, А. И. Обозный // Вісн. ХНАУ. Серія Біологія. – 2011. – Т. 22, вип. 1. – С. 6–34.

4. Лисиченко М.Л. Інтенсифікація біохімічних процесів у насінні сільськогосподарських культур / М.Л. Лисиченко, О.В. Панкова // Інженерія природокористування. – 2016. – № 2(6). – С. 44–47.
5. Лісовська Т.П. Генетичні основи селекції рослин: метод. рек. / Т.П. Лісовська / – Луцьк: Друк ПП Іванюк В.П., 2016. – 64 с.
6. Топтиков В.А. Экспрессивность антиоксидантных оксидоредуктаз и белковый профиль тканей проростков озимых и яровых форм злаков при экстремальных колебаниях температуры / В.А. Топтиков, Л.Ф. Дьяченко, В.Н. Тощий // Цитология и генетика. – 2012. – Т. 46, № 3. – С. 41–54.
7. Almoguera C. The HaDREB2 transcription factor enhances basal thermotolerance and longevity of seeds through functional interaction with HaHSFA9 / C. Almoguera, P. Prieto-Dapena, J. Diaz-Martin, J.M. Espinosa, R. Carranco, J. Jordano // BMC Plant Biol. – 2009. – Vol. 9. – P. 75. – doi: 10.1186/1471-2229-9-75
8. Arif M.A.R. Genetic aspects and molecular causes of seed longevity in plants – A Review / M.A.R. Arif, I. Afzal, A. Börner // Plants. – 2022. – Vol. 11, I. 5. – P. 598. – <https://doi.org/10.3390/plants11050598>
9. Bailly C. Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying / C. Bailly, J. Leymarie, A. Lehner, S. Rousseau, D. Côme, F. Corbineau // Journal of Experimental Botany. – 2004. – Vol. 55. – I. 396. – P. 475–483. – <https://doi.org/10.1093/jxb/erh050>
10. Boussardon C. Novel cytonuclear combinations modify *Arabidopsis thaliana* seed physiology and vigor / C. Boussardon, M.-L. Martin-Magniette, B. Godin, A. Benamar, B. Vittrant, S. Citerne, T. Mary-Huard, D. Macherel, L. Rajjou, F. Budar // Front. Plant Sci. – 2019. – Vol. 10, I. 32. – <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00032>
11. Brar N.S. Assessment of natural ageing related physio-biochemical changes in onion seed / N.S. Brar, P. Kaushik, B.S. Dudi // Agriculture. – 2019. – Vol. 9(8). – P. 163. <https://doi.org/10.3390/agriculture9080163>
12. Bueso E. *Arabidopsis thaliana* HOMEBOX25 uncovers a role for gibberellins in seed longevity / E. Bueso, J. Munoz-Bertome, F. Campos, V. Brunaud, L. Martinez, E. Sayas, P. Ballester, L. Yenush, R. Serrano // Plant Physiol. – 2014. – Vol. 164. – P. 999–1010. – doi: 10.1104/pp.113.232223
13. Chen X. Comparative proteomics at the critical node of vigor loss in wheat seeds differing in storability / X. Chen, A. Börner, X. Xin, M. Nagel, J. He, J. Li, N. Li, X. Lu, G. Yin // Front Plant Sci. – 2021. – Vol. 12. – P. 707184. – doi: 10.3389/fpls.2021.707184
14. Ebone L.A. Biochemical profile of the soybean seed embryonic axis and its changes during accelerated aging / L.A. Ebone, A. Caverzan, D.C. Silveira, L. d'O. Siqueira, N.C. Lângaro, J. L.T. Chiomento, G. Chavarria // Biology. – 2020. – Vol. 9(8). – P. 186. – <https://doi.org/10.3390/biology9080186>
15. Fu Y.-B. Patterns of SSR variation in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds under *ex situ* genebank storage and accelerated ageing / Y.-B. Fu, M.-H. Yang, C. Horbach, D. Kessler, A. Diederichsen, F.M. You, H. Wang // Genet. Resour. Crop Evol. – 2017. – Vol. 64. – P. 277–290. – doi: 10.1007/s10722-015-0349-9
16. Hay F. What do we know about the genetics of seed longevity? / F. Hay // Forest Genetics 2017: Health and Productivity under Changing Environments. A Joint Meeting of WFGA and CFGA, University of Alberta, Edmonton, AB, June 26–29, 2017. – Режим доступу до тез: <http://www.fsl.orst.edu/wfga/wfga2017/files/documents/FionaHay.pdf>
17. Huang B. Integration of small RNA, degradome and proteome sequencing in *Oryza sativa* reveals a delayed senescence network in tetraploid rice seed / B. Huang, L. Gan, D. Chen, Y. Zhang, Y. Zhang, X. Liu, S. Chen, Z. Wei, L. Tong, Z. Song, X. Zhang, D. Cai, C. Zhang, Y. He // PLoS ONE. – 2020. – 15(11): e0242260. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242260>
18. Kimura M. Stored and neosynthesized mRNA in *Arabidopsis* seeds: effects of cycloheximide and controlled deterioration treatment on the resumption of transcription during imbibition / M. Kimura, E. Nambara // Plant Mol. Biol. – 2010. – Vol. 73. – P. 119–129. – doi: 10.1007/s11103-010-9603-x
19. Lee Y.P. Tobacco seeds simultaneously over-expressing Cu/Zn-superoxide dismutase and ascorbate peroxidase display enhanced seed longevity and germination rates under stress conditions / Y.P. Lee, K. H. Baek, H. S. Lee, S. S. Kwak, J. W. Bang, S. Y. Kwon // J. Exp. Bot. – 2010. – Vol. 61. – P. 2499–2506. – doi: 10.1093/jxb/erq085
20. Manchenko G.P. Handbook of detection of enzymes on electrophoretic gels / G.P. Manchenko. – CRC Press LLC. – 2003. – 592 p.
21. Murthy N.U.M. Protein modification by the Amadori and Maillard reactions during seed storage: roles of sugar hydrolysis and lipid peroxidation / N.U.M. Murthy, W.Q. Sun // Journal of Experimental Botany. – 2000. – Vol. 51, I. 348. – P. 1221–1228.
22. Nawaschin M. Natur und ursachen der mutationen. I. Das verhalten und die zytologie der pflanzen, die aus infolge alterns mutierten keimen stammen / M. Nawaschin, H. Gerassimowa // Cytologia. – 1936a. – V. 7, № 3. – P. 324–362.

23. Oenel A. Enzymatic and non-enzymatic mechanisms contribute to lipid oxidation during seed aging / A. Oenel, A. Fekete, M. Krischke, S. C. Faul, G. Gresser, M. Havaux, M. J. Mueller, S. Berger // *Plant and Cell Physiology*. – 2017. – Vol. 58. – I.5. – P. 925–933. – <https://doi.org/10.1093/pcp/pcx036>
24. Önder S. Determination of hydrogen peroxide content and antioxidant enzyme activities in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds after accelerated aging test / S. Önder, D. Güvercin, M. Tonguç // *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. – 2020. – Vol. 24(3). – P. 681–688. – doi: 10.19113/sdufenbed.793621
25. Sharma S. Positional effects on soybean seed composition during storage / S. Sharma, A. Kaur, A. Bansal, B. S. Gill // *Journal of food science and technology*. – 2013. – Vol. 50, I. 2. – P. 353–359. – <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0341-0>
26. Tavakol A. R. Some effects of seed aging on germination characteristics and activities of catalase and peroxidase antioxidant enzymes in barley genotypes (*Hordeum vulgare*) / A. R. Tavakol, F. Ghasem, H. N. Majnoun, H. Alizadeh, M. Bihamta // *Iranian journal of agricultural sciences*. – 2007. – Vol. 38–I, № 2, P. 337–346. – <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=143692>
27. Yao Z. Developmental and seed aging mediated regulation of antioxidative genes and differential expression of proteins during pre- and post-germinative phases in pea / Z. Yao, L. W. Liu, F. Gao, C. Rampitsch, D. M. Reinecke, J. A. Ozga, B. T. Ayele // *J. Plant Physiol.* – 2012. – Vol. 169. – P. 1477–1488. – doi: 10.1016/j.jplph.2012.06.001
28. Yamada M. Mitotic spindle assembly in land plants: molecules and mechanisms / M. Yamada, G. Goshima // *Biology* – 2017. – Vol. 6(1). – P. 6. – doi:10.3390/biology6010006
29. Yazdanpanah F. NADP-MALIC ENZYME1 affects germination after seed storage in *Arabidopsis thaliana* / F. Yazdanpanah, V. G. Maurino, T. Mettler-Altmann, G. Buijs, M. Bailly, M. Karimi Jashni, L. Willems, L. I. Sergeeva, L. Rajjou, H. W. Hilhorst // *Plant Cell Physiol.* – 2019. – Vol. 60, № 2. – P. 318–328. – <https://doi.org/10.1093/pcp/pcy213>
30. Zhang K. Deterioration of orthodox seeds during ageing: Influencing factors, physiological alterations and the role of reactive oxygen species / K. Zhang, Y. Zhang, J. Sun, J. Meng, J. Tao // *Plant Physiol Biochem.* – 2021. – Vol. 158. – P. 475–485. – doi: 10.1016/j.plaphy.2020.11.031.
31. Zhao L. Analysis of stored mRNA degradation in acceleratedly aged seeds of wheat and canola in comparison to *Arabidopsis* / L. Zhao, H. Wang, Y. B. Fu // *Plants*. – 2020. – Vol. 9(12). – P. 1707. – doi: 10.3390/plants9121707

Стаття надійшла до редакції 22.03.2022

Т. Г. Алексєєва, В. А. Топтіков, О. Л. Січняк

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: t.alieksieieva@onu.edu.ua

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У ФУНКЦІОНУВАННІ МЕХАНІЗМІВ СТАРІННЯ НА ПРИКЛАДІ ЯЧМЕНЮ

Резюме

Проблема. Незважаючи на пильну увагу до процесу старіння насіння, досі немає однозначної відповіді на питання про механізми старіння. Розв'язання цих питань обумовлено як господарськими потребами, так і необхідністю зберігання генетичних ресурсів рослин.

Мета. Метою роботи було дослідження впливу тривалого зберігання насіння різних сортів ячменю, попередньо диференційованих за толерантністю до старіння насіння, на стан ферментів антиоксидантної системи.

Методика. Дослідження проводили на трьох сортах ячменю (*Hordeum vulgare* L.) Росава, Селена Стар і Трудівник, що зберігалися у неспеціалізованих умовах лабораторії у паперових конвертах протягом 8 років. Оцінку життєздатності

насіння визначали за енергією проростання і схожістю [ДСТУ 4138–2002, 2003]. Прямий тест доповнювали цитогенетичним дослідженням: ана-телофазним тестом. Стан антиоксидантної системи характеризували електрофоретичним методом за вивчення неспецифічної пероксидази та супероксиддисмутази в пророслих пагонах. Визначали кількість множинних форм ферментів, їх відносну електрофоретичну рухливість та питому вагу (частку) у відсотках у загальному спектрі. Ферментативну активність оцінювали за площею піків відповідних множинних форм на денситограмах.

Основні результати. За толерантністю до тривалого зберігання за прямого та цитогенетичного тестів досліджуванні сорти розташовувалися наступним чином: Трудівник > Росава > Селена Стар. Показано, що життєздатність насіння після зберігання тісно пов'язана із активністю пероксидази та супероксиддисмутази: більш толерантним сортам властива стабільність загальної активності пероксидази та супероксиддисмутази.

Висновки. У визначенні життєздатності насіння за тривалого зберігання провідну роль мають питома активність середньорухливої фракції пероксидази та мало- і середньорухливої фракцій СОД.

Ключові слова: ячмінь, старіння, зберігання насіння, мітоз, хромосомні аномалії, пероксидаза, супероксиддисмутаза

T. G. Aliksieieva, V. A. Toptikov, O. L. Sechniak

Odesa National Mechnykov University, department of genetics
and molecular biology,

2 Dvorianska Str, Odesa, 65082, Ukraine, e-mail: t.aliksieieva@onu.edu.ua

ROLE OF THE ANTIOXIDANT IN FUNCTIONING OF THE AGING MECHANISMS ON THE EXAMPLE OF BARLEY

Abstract

Introduction. Despite close attention to the process of seed aging, there is still no unambiguous answer to questions about the mechanisms of aging. The solution of these issues is due to both economic needs and the need to store plant genetic resources.

Aim. The aim was to study the effect of long-term storage of seeds of different barley varieties, previously differentiated by tolerance to seed aging, on the state of the antioxidant system enzymes.

Methods. The studies were carried out on three varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.) Rosava, Selena Star and Trudivnik which had been stored under non-specialized laboratory conditions in paper envelopes for 8 years. The seed viability was assessed by germination energy and germinating ability according to the state standards. The direct test was supplemented with a cytogenetic study: an anelophase test. The condition of the antioxidant system was characterized by an electrophoretic method for studying nonspecific peroxidase and superoxide dismutase in germinated shoots. The number of multiple forms of enzymes, their relative electrophoretic mobility and specific gravity (share) in percent in the total spectrum were determined. Enzymatic activity was assessed by the area of the peaks of the corresponding multiple forms on the densitograms.

Results. In terms of tolerance to long-term storage in direct and cytogenetic tests, the varieties were arranged as follows: Trudivnik > Rosava > Selena Star. It has been shown that the viability of seeds after storage is closely related to the activity of peroxidase and superoxide dismutase: more tolerant varieties are characterized by the stability of the total activity of peroxidase and superoxide dismutase.

Conclusion. The specific activity of the medium-mobile peroxidase fraction and low- and medium-mobile SOD fractions plays a leading role in determining the viability of seeds during long-term storage.

Key words: barley; aging; seed storage; mitosis; chromosomal abnormalities; peroxidase; superoxide dismutase.

References

1. Atramentova L.O., Utevska O.M. (2007) *Statistical methods in biology*. [Statystychni metody v biolohii] Kh: VN Karazin KhNU, 288 p.
2. DSTU4138–2002. (2003) *Seeds of agricultural crops. Methods for quality determining* [Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti], Kyiv, State Standard of Ukraine, 173 p.
3. Kolupaev Yu. E., Karpets Yu. V., Obozny A.I. (2011) Antioxidant system of plants: participation in cellular signaling and adaptation to the action of stressors [Antyoksydantnaia systema rastenyi: uchastye v kletochnoi syhnyalzatsyy y adaptatsyy k deistviu stressorov] *Visn. KhNU. Biology series*, 22, 1, pp. 6–34.
4. Lysychenko M.L., Pankova O.V. Intensification of biochemical processes in seeds of agricultural crops [Intensyfikatsiia biokhimichnykh protsesiv u nasinni silskohospodarskykh kultur] *Environmental Engineering*, 2016, 2(6), pp. 44–47.
5. Lisovska T.P. *Genetic bases of plant selection: method. guid.* [Henetychni osnovy seleksii rosllyn: metod. rek.], Lutsk, Print PE Ivanyuk VP, 2016, 64 p.
6. Toptikov V.A., Dyachenko L.F., Totsky V.N. (2012) Expressiveness of antioxidant oxidoreductases and protein profile of seedlings' tissues of winter and spring forms of cereals at extreme temperature fluctuations [Ekspresyvnost antyoksydantnykh oksydoreduktaz i bilkovyi profyl tkanei prorstkov ozymykh y yarovykh form zlakov pry ekstremalnykh kolebaniakh temperatury] *Cytology and Genetics*, 46, 3, pp. 41–54.
7. Almoguera C., Prieto-Dapena P., Diaz-Martin J., Espinosa J.M., Carranco R., Jordano J. (2009) The HaDREB2 transcription factor enhances basal thermotolerance and longevity of seeds through functional interaction with HaHSFA9, *BMC Plant Biol.*, 9, 75 – doi: 10.1186/1471-2229-9-75
8. Arif M.A.R., Afzal I., Börner A. (2022) Genetic aspects and molecular causes of seed longevity in plants – A Review, *Plants*, 11, 5, 598, <https://doi.org/10.3390/plants11050598>
9. Bailly C., Leymarie J., Lehner A., Rousseau S., Côme D., Corbinau F. (2004) Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying, *Journal of Experimental Botany*, 55, 396, 475–483, <https://doi.org/10.1093/jxb/erh050>
10. Boussardon C., Martin-Magniette M.-L., Godin B., Benamar, A., Vittrant B., Citerne S., Mary-Huard T., Macherel D., Rajjou L., Budar F. (2019) Novel cytonuclear combinations modify *Arabidopsis thaliana* seed physiology and vigor, *Front. Plant Sci.*, 10, 32, <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00032>
11. Brar N. S., Kaushik P., Dudi B. S. (2019) Assessment of Natural Ageing Related Physio-Biochemical Changes in Onion Seed, *Agriculture*, 9(8), 163, <https://doi.org/10.3390/agriculture9080163>
12. Bueso E., Munoz-Bertomeu J., Campos F., Brunaud V., Martinez L., Sayas E., et al. (2014). *Arabidopsis thaliana* HOMEBOX25 uncovers a role for gibberellins in seed longevity, *Plant Physiol.*, 164, 999–1010, doi: 10.1104/pp.113.232223
13. Chen X, Börner A, Xin X, Nagel M, He J, Li J, Li N, Lu X, Yin G (2021) Comparative proteomics at the critical node of vigor loss in wheat seeds differing in storability, *Front. Plant Sci.*, 12, 707184, doi: 10.3389/fpls.2021.707184
14. Ebone L. A., Caverzan A., Silveira D.C., Siqueira L. d'O., Lângaro N.C., Chiomento J.L. T., Chavarria G. (2020) Biochemical profile of the soybean seed embryonic axis and its changes during accelerated aging, *Biology*, 9(8), 186, <https://doi.org/10.3390/biology9080186>
15. Fu Y.B., Yang M.H., Horbach C., Kessler D., Diederichsen A., You F.M. et al. (2017) Patterns of SSR variation in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds under *ex situ* genebank storage and accelerated ageing, *Genet. Resour. Crop Evol.*, 64, 277–290, doi: 10.1007/s10722-015-0349-9

16. Hay F. (2017) What do we know about the genetics of seed longevity? *Forest Genetics. Health and Productivity under Changing Environments*. A Joint Meeting of WFGA and CFGA, University of Alberta, Edmonton, AB, June 26–29, <http://www.fsl.orst.edu/wfga/wfga2017/files/documents/FionaHay.pdf>
17. Huang B., Gan L., Chen D., Zhang Y., Zhang Y., Liu X. et al (2020) Integration of small RNA, degradome and proteome sequencing in *Oryza sativa* reveals a delayed senescence network in tetraploid rice seed, *PLoS ONE*, 15, 11, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242260>
18. Kimura M., Nambara E. (2010) Stored and neosynthesized mRNA in *Arabidopsis* seeds: effects of cycloheximide and controlled deterioration treatment on the resumption of transcription during imbibition, *Plant Mol. Biol*, 73, 119–129. doi: 10.1007/s11103-010-9603-x
19. Lee Y.P., Baek K.H., Lee H.S., Kwak S.S., Bang J.W., Kwon S.Y. (2010). Tobacco seeds simultaneously over-expressing Cu/Zn-superoxide dismutase and ascorbate peroxidase display enhanced seed longevity and germination rates under stress conditions, *J. Exp. Bot.*, 61, 2499–2506, doi: 10.1093/jxb/erq085
20. Manchenko G. P. (2003) *Handbook of detection of enzymes on electrophoretic gels*, CRC Press LLC, 592 p.
21. Murthy N.U.M., Sun W.Q. (2000) Protein modification by the Amadori and Maillard reactions during seed storage: roles of sugar hydrolysis and lipid peroxidation, *Journal of Experimental Botany*, 51, 348, pp. 1221–1228.
22. Nawaschin M., Gerassimowa H. (1936a) Natur und Ursachen der Mutationen. I. Das Verhalten und die Zytologie der Pflanzen, die aus infolge Alterns mutierten Keimen stammen, *Cytologia*, 7, 3, 324–362.
23. Oenel A., Fekete A., Krischke M., Faul S.C., Gresser G., Havaux M., Mueller M.J., Berger S. (2017) Enzymatic and non-enzymatic mechanisms contribute to lipid oxidation during seed aging, *Plant and Cell Physiology*, 58, 5, pp. 925–933, <https://doi.org/10.1093/pcp/pcx036>
24. Önder S., Güvercin D., Tonguç M. (2020) Determination of hydrogen peroxide content and antioxidant enzyme activities in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds after accelerated aging test, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24, 3, 681–688. DOI: 10.19113/sdufenbed.793621
25. Sharma S., Kaur A., Bansal A., Gill B.S. (2013). Positional effects on soybean seed composition during storage, *Journal of food science and technology*, 50, 2, 353–359, <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0341-0>
26. Tavakol A.R., Ghasem F., Majnoun H.N., Alizadeh H., Bihamta M. (2007) Some effects of seed aging on germination characteristics and activities of catalase and peroxidase antioxidant enzymes in barley genotypes (*Hordeum vulgare*), *Iranian journal of agricultural sciences* 38–1, 2, pp. 337–346. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=143692>
27. Yao Z., Liu L.W., Gao F., Rampitsch C., Reinecke D.M., Ozga J.A. et al. (2012). Developmental and seed aging mediated regulation of antioxidative genes and differential expression of proteins during pre- and post-germinative phases in pea, *J. Plant Physiol*, 169, 1477–1488, doi: 10.1016/j.jplph.2012.06.001
28. Yamada M., Goshima G. (2017) Mitotic spindle assembly in land plants: molecules and mechanisms, *Biology (Basel)*, 6(1), 6, doi:10.3390/biology6010006
29. Yazdanpanah F., Maurino V.G., Mettler-Altmann T., Buijs G., Bailly M., Karimi Jashni M., Willems L., Sergeeva L.I., Rajjou, L., Hilhorst H.W. (2019) NADP-MALIC ENZYME1 affects germination after seed storage in *Arabidopsis thaliana*, *Plant Cell Physiol.*, 60, 2, 318–328, <https://doi.org/10.1093/pcp/pcy213>
30. Zhang K., Zhang Y., Sun J., Meng J., Tao J. (2021) Deterioration of orthodox seeds during ageing: Influencing factors, physiological alterations and the role of reactive oxygen species, *Plant Physiol Biochem*, 158, 475–485, doi: 10.1016/j.plaphy.2020.11.031.
31. Zhao L., Wang H., Fu Y.B. (2020) Analysis of Stored mRNA degradation in acceleratedly aged seeds of wheat and canola in comparison to *Arabidopsis*, *Plants*, 9(12), 1707, doi: 10.3390/plants9121707

ЗООЛОГІЯ



DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).261622](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).261622)

УДК 595.132:625.734.3(477.51–25)

Т. М. Жиліна, к.б.н., доцент

В. Л. Шевченко, к.б.н., доцент

Національний університет “Чернігівський колегіум” імені Т.Г. Шевченка,
природничо – математичний факультет, кафедра екології та охорони природи,
вул. Г. Полуботка, 53, м. Чернігів, Україна, e-mail: valeosh85@gmail.com

РІЗНОМАНІТНІСТЬ УГРУПОВАНЬ ПІДСТИЛКОВИХ НЕМАТОД ЛІСІВ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Досліджена трофічна структура угруповань фітонематод підстилки у лісових екосистемах Мезинського національного природного парку. 46 виявлених видів віднесені до п'яти трофічних груп. Сапробіонти нараховували 26 видів (частка участі становила 63,97% від загальної чисельності), мікогельмінти – 10 (17,36%), всеїдні – п'ять (15,3%), хижі – три (3,17%) та фітогельмінти – два (0,2%). Індекс трофічної різноманітності дорівнював 2,16, співвідношення кількості мікогельмінтів та сапробіонтів – 0,27, індекс зрілості угруповання нематод Бонгера – 2,27.

Ключові слова: нематоди; трофічні групи; підстилка; лісові екосистеми; Мезинський національний природний парк.

На початку минулого століття розгорнулися дослідження структури тваринного населення ґрунту, які були необхідні для розуміння функцій тварин у ґрунтоутворювальному процесі. Висловлювалися думки про наявність зв'язку між формуванням різних типів гумусового профілю і складом тваринного населення ґрунту. Багаторічні дослідження показали, що завдяки безхребетним тваринам лісова підстилка розщеплюється у 4–6 разів швидше, ніж за участю одних мікроорганізмів. В умовах польових дослідів було доведено, що ґрунтові безхребетні вивільнюють до 50% енергії акумульованої у відмерлих рослинних рештках [1, 9, 15]. Вивчення характеру участі окремих таксономічних груп мезофауни, а особливо мікрофауни, в процесах деструкції рослинного опаду дотепер є актуальним.

Достатньо чисельними серед багатоклітинних мікрофауни лісової підстилки є вільноживучі нематоди. У зв'язку з невеликими розмірами вони не беруть участь у безпосередньому руйнуванні рослинних решток. Основна екологічна функція ґрунтових нематод – регулювання мікробної активності за рахунок харчових взаємодій з мікроорганізмами, що впливає на доступність поживних речовин для рослин [5, 16, 17]. Було

з'ясовано, що у харчовій сітці вони представлені на різних трофічних рівнях та взаємодіють з іншими організмами різноманітними способами. Серед нематод є облигатні та факультативні фіто- та мікофаги, типові і нетипові сапробіонти, всеїдні та хижі, які живляться найпростішими, коловертками, енхітреїдами, іншими нематодами. Таким чином, регулюючи мікробну біомасу і інтенсивність дихання, нематоди впливають на швидкість та напрямок процесів мінералізації та гуміфікації [21].

У нашій країні дослідження з фауни, чисельності та розподілу нематод в підстилці різних типів лісу проводилися у Карпатському регіоні, верхів'ях Дністра, Чернігівському та Новгород-Сіверському Поліссі [2, 3, 4, 7, 8]. Питання трофічної структури нематодофауни в цих публікаціях висвітлені недостатньо. Тоді як трофічна різноманітність угруповань фітонематод підстилкового біогеогоризонту є перспективним напрямком досліджень і потребує всебічного вивчення.

Аналіз трофічної структури угруповань нематод у підстилці лісів Мезинського національного природного парку є метою цієї роботи.

Матеріал та методи дослідження

Територія Мезинського національного природного парку (МНПП) належить до Новгород-Сіверського Полісся, Новгород-Сіверського фізико-географічного району та простягається вздовж правого берега р. Десна. Переважаючим типом рослинності є лісовий (лісистість становить 43%), у лісах добре розвинуті яруси підліску та травостою.

Зразки підстилки збирали з червня по липень 2010 та 2014 років у корінних лісах (дубовий яглицевий, липово-дубовий, грабово-дубовий, кленово-липово дубовий волосистоосоковий, дубово-сосновий ліщиновий, сосновий зеленомоховий, сосновий зеленомоховий злаково-різнотравний), похідних (кленовий яглицевий, липово-кленово-ясеневий волосистоосоковий, кленово-ясеневий яглицевий, осиково-березово-широколистяний, березовий злаковий) та протиерозійних лісових насаджень (березовий різнотравно-злаковий, робінієво-кленово-тополевий) МНПП. Всього у 21 лісових екосистемах. На ділянці 10 м² робили 10 відборів опалого листя та органічного матеріалу з поверхні ґрунту, формували середній зразок. Виділення нематод проводили загально визнаним лійковим методом Бермана з наважки 5 г. Експозиція становила 48 год., після чого нематод фіксували ТАФом (триетаноламін+формалін+вода у співвідношенні 2:7:91). Виготовляли водно-гліцеринові тимчасові мікропрепарати. Якщо в пробі було менше 100 нематод, всі особини переносили на предметне скло в краплю водно-гліцеринової суміші з синькою. Якщо нематод у пробі було більше 100, для визначення відбирали підряд 100 особин, інших перераховували. Перерахунок чисельності здійснювали на 100 г абсолютно сухого субстрату.

Таксономічна структура нематод наведена у відповідності до “Freshwater nematodes: ecology and taxonomy” [10], але в ранзі ряду залишили таксон Tylenchida.

Для характеристики структури нематодофауни визначали частку участі кожного виду у складі фауни (D), як відношення (%) кількості особин цього виду до загальної кількості нематод. За цією ознакою нематод об'єднали у п'ять груп: еудомінанти (ed) – 10% і більше від усіх виявлених особин, домінанти (d) – 5,1–10,0%, субдомінанти (sd) – (2,1–5,0%), рецеденти (r) – 1,1–2,0%, субрецеденти (sr) – менше 1,1%. Розраховували коефіцієнт трапляння (F), як відношення, в%, кількості зразків, в яких вид виявлений, до загальної кількості зразків. Відповідно до чотирьох градацій цього коефіцієнта види, які складають фауну, поділяли на акцидентів (ad) – 1–25% проб, акцесорів (as) – 26–49%, констант (c) – 50–74%, еуконстант (ec) – 75–100% [6]. Фітонематод поділяли на п'ять трофічних груп: фітогельмінти, мікогельмінти, сапробіонти, всеїдні, хижі [21].

Використали індекс трофічної різноманітності: $Td = 1/\sum p_i^2$, де p_i – відносна чисельність трофічної групи i в угрупованні [22]; індекс зрілості угруповання нематод Бонгера: $MI = \sum v(i) \cdot f(i)$, де $v(i)$ – значення $c-p$ для таксону i , а $f(i)$ – частка таксону у виборці [12]; співвідношення кількості мікогельмінтів та сапробіонтів M/S в угрупованнях, де M – відносна чисельність мікогельмінтів; S – відносна чисельність сапробіонтів [20].

Результати та обговорення досліджень

Загальний список нематод, виявлених у підстилці лісових екосистем Мезинського національного природного парку, містить 46 видів. Це представники 36 родів, 22 родин та 10 рядів. Середня чисельність нематод становила 4256 особин/100 г субстрату.

Аналіз трофічної різноманітності фітонематод показав, що у підстилці обстежених лісів МНПП представлені всі п'ять трофічних груп: сапробіонти, мікогельмінти, всеїдні, хижі та фітогельмінти (табл. 1).

Видове багатство та чисельність представників різних трофічних груп в угрупованнях підстилкових видів різні (рисунок).

За кількістю видів та чисельністю домінуючою трофічною групою були сапробіонти. Зареєстровано 26 видів (56,52% загального видового списку). Частка участі сапробіотичних нематод в угрупованнях становила 63,97%. Вони були виявлені у підстилці всіх обстежених екосистем.

Результати досліджень трофічної структури нематодофауни лісових екосистем у різних країнах (Франція, Нідерланди, Німеччина, Словачія, Данія, Нова Зеландія) продемонстрували, що сапробіонти є домінуючою групою. Їх частка в угрупованнях нематод коливалась в межах 36–57% [22].

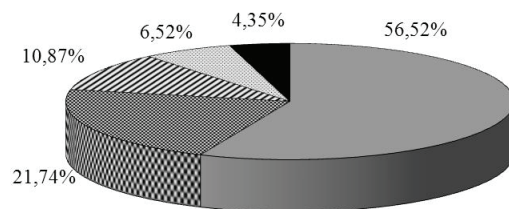
Таблиця 1

Еко-трофічна структура нематодофауни
підстилки лісів МНПП

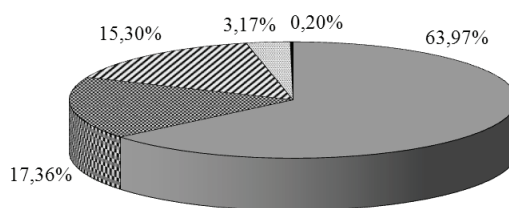
№	Види нематод та трофічні групи	c-p	D	F
Сапробіонти				
1	<i>Alaimus primitivus</i> de Man, 1880	4	sr	ad
2	<i>Prismatolaimus intermedius</i> Bütschli, 1873	3	sr	ad
3	<i>Rhabdolaimus terrestris</i> de Man, 1880	3	sr	ad
4	<i>Cylindrolaimus communis</i> de Man, 1880	3	sr	ad
5	<i>Geomonhystera villosa</i> Bütschli, 1873	1	sd	as
6	<i>Eumonhystera vulgaris</i> de Man, 1880	1	sr	as
7	<i>Anaplectus granulatus</i> (Bastian, 1865) De Coninck et Sch. Stekhoven, 1933	2	sr	as
8	<i>Plectus parietinus</i> Bastian, 1865	2	d	as
9	<i>Plectus rhizophilus</i> (de Man, 1880) Paramonov, 1964	2	r	ad
10	<i>Plectus cirratus</i> Bastian, 1865	2	ed	c
11	<i>Plectus parvus</i> (Bastian, 1865) Paramonov, 1964	2	sd	c
12	<i>Plectus assimilis</i> Bütschli, 1873	2	sr	ad
13	<i>Plectus armatus</i> Bütschli, 1873	2	sr	ad
14	<i>Wilsonema otophorum</i> (de Man, 1880) Cobb, 1913	2	sr	ad
15	<i>Tylocephalus auriculatus</i> (Bütschli, 1873) Anderson, 1966	2	sd	c
16	<i>Cephalobus persegnis</i> Bastian, 1865	2	r	as
17	<i>Eucephalobus oxyuroides</i> (de Man, 1880) Steiner, 1936	2	sr	ad
18	<i>Eucephalobus mucronatus</i> (Kozłowska et Roguska-Wasilewska, 1963) Andrassy, 1967	2	sr	ad
19	<i>Acrobeloides bütschlii</i> (de Man, 1884) Steiner et Buhrer, 1933	2	sr	ad
20	<i>Cervidellus cervus</i> Thorne, 1925	2	sr	ad
21	<i>Chiloplacus symmetricus</i> (Thorne, 1925) Thorne, 1937	2	sr	ad
22	<i>Panagrolaimus rigidus</i> (Schneider, 1866) Thorne, 1937	1	d	ec
23	<i>Mesorhabditis</i> sp.	1	r	ad
24	<i>Mesorhabditis monhystera</i> (Bütschli, 1873) Dougherty, 1955	1	sd	as
25	<i>Euteratocephalus crassidens</i> (de Man, 1880) Andrassy, 1958	3	sr	ad
26	<i>Teratocephalus terrestris</i> (Bütschli, 1873) de Man, 1876	3	sr	ad

№	Види нематод та трофічні групи	<i>c-p</i>	D	F
Мікогельмінти				
27	<i>Tylencholaimus mirabilis</i> (Bütschli, 1873) de Man, 1876	4	sr	ad
28	<i>Tylencholaimus teres</i> Thorne, 1939	4	sr	ad
29	<i>Paraphelenchus pseudoparietinus</i> (Micoletzky, 1922) Micoletzky, 1925	2	sr	ad
30	<i>Aphelenchoides composticola</i> Franklin, 1957	2	d	ec
31	<i>Tylenchus</i> sp.	2	sd	ad
32	<i>Tylenchus davainei</i> Bastian, 1865	2	sr	ad
33	<i>Aglenchus agricola</i> (de Man, 1921) Andrassy, 1954	2	p	c
34	<i>Filenchus filiformis</i> (Bütschli, 1873) Andrassy, 1954	2	sr	ad
35	<i>Lelenchus cynodontus</i> Husain & Khan, 1967	2	sr	ad
36	<i>Ditylenchus</i> sp.	2	r	ad
Всеїдні				
37	<i>Dorylaimellus</i> sp.	5	sr	ad
38	<i>Mesodorylaimus bastiani</i> Bütschli, 1873	5	ed	ec
39	<i>Eudorylaimus arcus</i> (Thorne et Swanger, 1936) Andrassy, 1959	4	sr	ad
40	<i>Eudorylaimus carteri</i> (Bastian, 1865) Andrassy, 1959	4	r	ad
41	<i>Eudorylaimus pratensis</i> (de Man, 1880) Andrassy, 1959	4	sr	ad
Хижі				
42	<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i> (Bastian, 1865) Heyns, 1965	5	r	as
43	<i>Prionchulus muscorum</i> Dujardin, 1845	4	sr	ad
44	<i>Clarcus papillatus</i> (Bastian, 1865) Jairajpuri, 1970	4	r	as
Фітогельмінти				
45	<i>Gracilacus audriellus</i> Brown, 1959	2	sr	ad
46	<i>Paratylenchus nanus</i> Cobb, 1923	2	sr	ad

Примітка: *c-p* – п'ятибальна шкала, яка відповідає життєвій стратегії виду. D – домінування; ed – еудомінанти; d – доміанти; sd – субдомінанти; r – рециденти; sr – субрециденти. F – трапляння: ec – еуконстанти; c – константи; as – акцессори; ad – акциденти.



а



б

■ Сапробіонти ■ Мікогельмінти ■ Всеїдні ■ Хижі ■ Фітогельмінти

Рисунок. Видове багатство (а) та чисельність (б) трофічних груп в угрупованнях підстилкових нематод лісів МНПП

Виявлені види сапробіонтів належать до 10 родин (табл. 2).

Таблиця 2

Таксономічна різноманітність сапробіотичних фітонематод лісової підстилки у МНПП

№	Назва родини	К-сть родів	К-сть видів	Частка участі
1	Alaimidae	1	1	0,05
2	Prismatolaimidae	2	2	1,34
3	Diplopeltidae	1	1	0,04
4	Monhysteridae	2	2	2,69
5	Plectidae	4	9	43,16
6	Cephalobidae	5	6	2,79
7	Panagrolaimidae	1	1	8,18
8	Rhabditidae	1	1	1,63
9	Mesorhabditidae	1	1	3,85
10	Teratocephalidae	2	2	0,24
Всього		21	26	63,97

Видове різноманіття родини Plectidae було найбільшим – 9 видів (34,6% видового складу сапробіонтів). Представники родини переважали і за чисельністю. Частка участі плектид в угрупованнях фітонематод лісової підстилки становила 43,16%. У складі родини один вид – еудомінант (*P. cirratus*), один вид – домінант (*P. parietinus*), два види – субдомінанти (*P. parvus* та *T. auriculatus*), частка участі яких в угрупованнях підстилкових нематод лісів МНПП становила 24,13%, 9,65%, 3,97%, 2,21% відповідно. Сумарно їхня чисельність дорівнювала майже 40%.

За даними інших дослідників частка плектид в угрупованнях підстилкових фітонематод може коливатися від 16,3% до 51%. Домінувати можуть різні представники плектид, а саме: *P. parietinus*, *P. acuminatus*, *P. parvus*. Рясність їх в угрупованнях може бути значною, наприклад, для *P. parietinus* – 37%, для *P. cirratus* – 51% [14].

Друге місце за видовим багатством серед сапробіонтів займає родина Serphalobidae. У складі родини 6 видів, але їхня чисельність в угрупованнях склала тільки 2,79% (табл. 2). Родини Panagrolaimidae та Mesorhabditidae нараховують у своєму складі тільки по одному виду, але мають більшу чисельність. *P. rigidus* мав частку участі 8,18% і потрапив до групи домінанти; *M. monhystera* з часткою участі 3,85% – до групи субдомінанти. Домінування представників роду Panagrolaimus у підстилці відмічають інші дослідники [13].

Аналіз трапляння сапробіонтів у зразках показав, що вид *P. rigidus* належить до групи еуконстант, він був виявлений у 95,2% всіх зразків. У групу констант серед сапробіонтів потрапили три види: *P. cirratus* (66,7%), *P. parvus* (66,7%), *T. auriculatus* (57,1%). За даними інших вчених частота трапляння цих видів у зразках підстилки лісів може сягати 100% [13, 14].

Отже, в угрупованнях фітонематод підстилки лісів Мезинського національного природного парку домінуючою трофічною групою є сапробіонти. За видовою представленістю та за чисельністю переважають плектиди.

У підстилці лісів МНПП зареєстровано 10 видів мікогельмінтів (21,7% видового списку) з 5 родин (табл. 1). Чисельність представників цієї трофічної групи склала 17,36% від загальної, вони були відмічені у 95% обстежених зразків. За показниками трапляння та чисельності серед мікогельмінтів вирізнявся вид *Aph. composticola* знайдений у 85,7% зразків підстилки, частка участі якого становила 8,99%. Цей вид є представником екологічних груп еуконстанти за траплянням та домінанти за чисельністю. Часто траплявся *A. agricola* (52,4%), але частка участі його в угрупованнях низька (1,37%).

Відомо, що сапробіонти та мікогельмінти беруть участь у мінералізації азоту, а їхнє співвідношення чисельності в угрупованнях є показ-

ником шляху, за яким відбувається розкладання органічного матеріалу [20]. У системі з домінуванням бактерій поживні речовини швидше потрапляють до рослин і навпаки шлях розкладання за допомогою грибів більш повільний і пов'язаний зі складними органічними ресурсами. У нашому дослідженні показник M/S дорівнював 0,27, що свідчить про ведучу роль сапробіонтів у процесах розкладання підстилки в умовах МНПП.

Група всеїдних нараховувала 5 видів (10,87% видового складу) з двох родин Dorylaimidae та Qudsianematidae. Їхня частка участі у загальній чисельності фітонематод становила 15,3%. Вони були відмічені у 95% обстежених зразків підстилки. Наявність в угрупованнях нематод всеїдних форм свідчить про відносно стабільні умови середовища життя [18]. Найвищу чисельність серед всеїдних в угрупованнях фітонематод мав *M. bastiani*, частка участі якого становила 13,74% (еудомінант). Слід зазначити, що цей вид був звичайним у підстилці лісів досліджуваного регіону, траплявся у 90,48% зразків (еуконстант). Другим за чисельністю та траплянням був *E. carteri* – 1,25% та 14,29% відповідно. За цими показниками його віднесено до екологічних груп рециденти та акциденти.

Хижі нематоди становили незначну частину нематодофауни підстилки лісів. Зареєстровано три види (6,52% видового списку), частка їхньої участі разом становила 3,17% від загальної чисельності. Вони були виявлені у 57,1% зразків підстилки всіх обстежених екосистем. Фітонематоди цієї трофічної групи є представниками двох родин Aporcelaimidae та Mononchidae. Два види, а саме *A. obtusicaudatus* та *C. papillatus*, зустрічались у зразках підстилки достатньо часто і належали до групи акцесори, коефіцієнт трапляння становив 38,1% та 42,9% відповідно. За чисельністю вони потрапили до групи рециденти, тобто мають незначні частки участі в угрупованнях підстилкових нематод (1,2% та 1,67% відповідно). Дані інших вчених свідчать, що *C. papillatus* може бути більш чисельним і частим в лісовій підстилці і за цими показниками належати до екологічних груп домінанти та константи [11]. *P. muscorum* відрізнявся низькими значеннями чисельності (частка участі становила 0,3%) та трапляння (9,5% всіх зразків).

Слід зазначити, що наявність всеїдних та хижих в угрупованнях фітонематод бажана, тому що представники цих двох груп збагачують харчову сітку, роблять трофічні зв'язки більш різноманітними. Це в свою чергу забезпечує стабільність екосистеми та її стійкість до порушень.

Тільки у 14,3% зразків підстилки всіх обстежених екосистем зареєстровані два види фітогельмінтів (4,35% видового списку), які належать до родини Paratylenchidae. Обидва види *G. audriellus* та *P. nanus* є ектопаразитами рослин. Ці види мали низькі значення показників трапляння (9,52% та 4,76% відповідно) та чисельності (0,12% та 0,08% відповідно).

В цілому трофічну структуру підстилкових нематод лісів МНПП можна представити у порядку зменшення видової різноманітності та чисельності наступним чином: сапробіонти (26 видів, 2726 особин/100г підстилки) – мікогельмінти (10 видів, 740 особин/100г) – всеїдні (5 видів, 652 особин/100г) – хижі (три види, 135 особин/100г) – фітогельмінти (2 види, 8 особин/100г). Індекс трофічної різноманітності дорівнював 2,16.

Основу фауністичного комплексу підстилки складали сапробіонти та мікогельмінти, які домінували за видовим багатством (78,3% всіх виявлених видів), а їх сумарна рясність становила 81,33% від загальної чисельності.

Важливим показником для характеристики фауни є індекс зрілості угруповання нематод Бонгера (MI). Автор розташував вільноживучих нематод відповідно до життєвої стратегії у межах п'ятибальної шкали. Типові колонізатори, тобто види з короткими життєвими циклами, здатні до швидкого зростання популяцій, стійкі до несприятливих умов середовища, мають значення показника *c-p* на шкалі – 1. Типові перзистенти мають низьку репродуктивну здатність, довгий життєвий цикл, чутливі до умов середовища, розташовані на шкалі зі значенням показника *c-p* – 5. У нашому дослідженні MI мав значення 2,27. Дані інших вчених свідчать, що цей показник у лісовій підстилці може мати значення від 2,00 до 3,20 [13, 19].

Аналіз представників різних трофічних груп за стратегією життя показав, що виявлені види нематод у підстилці лісових екосистем МНПП належать до 11 функціональних груп (табл. 1). Типовими колонізаторами виявилися п'ять видів (показник *c-p* – 1), типовими перзистентами – три (показник *c-p* – 5). Двадцять п'ять видів мали значення показника *c-p* на шкалі 2, що становить 54,35% видового складу; п'ять видів (10,87%) – 3; вісім видів (17,39%) – 4.

Висновки

1. У підстилці лісових екосистем Мезинського національного природного парку представлені 46 видів фітонематод з п'яти трофічних груп: сапробіонти, мікогельмінти, всеїдні, хижі та фітогельмінти.

2. Домінуючою групою у трофічній структурі фітонематод, які населяють підстилку, є сапробіонти. Вони представлені 26 видами (56,52% загального видового списку) і складають 63,97% загальної чисельності нематод в угрупованні. За ними слідує мікогельмінти (10 видів з часткою участі 17,36%), всеїдні (п'ять видів з часткою участі 15,3%), хижі (три види з часткою участі 3,17) та фітогельмінти (два види з часткою участі 0,2%). Індекс трофічної різноманітності дорівнював 2,16, індекс зрілості угруповання нематод Бонгера – 2,27.

3. До екологічної групи еудомінанти потрапили два види. Це *P. cirratus* з групи сапробіонти (чисельність в угрупованнях підстилкових нематод становила 24,13%) та *M. bastiani* з групи всеїдні (13,74%).

4. За показником трапляння до екологічної групи еуконстанти віднесені *M. bastiani* (90,48%) з групи всеїдні, *P. rigidus* (95,2%) з групи сапробіонти та *Aph. composticola* (85,7%) з групи мікогельмінти.

5. Співвідношення М/С в угрупованнях фітонематод досліджених лісових екосистем становило 0,27 і свідчить про ведучу роль сапробіонтів у процесах розкладання підстилки в умовах Мезинського національного природного парку.

6. Нематодофауну лісової підстилки складають переважно сапробіонти та мікогельмінти з короткими життєвими циклами, стійкі до несприятливих умов середовища існування.

Список використаної літератури

1. Делеган І. В. Лісова зоологія. Безхребетні / І. В. Делеган. – Львів: Поллі, 2003. – 472 с.
2. Козловський Н. П. Экологические группировки почвенных нематод в широколиственных лесах / Н. П. Козловский // Экология и фауна почвенных беспозвоночных Западного Волино-Подолья. – К.: Наукова думка, 2003. – С. 318–354.
3. Козловський Н. П. Фітонематоди наземних екосистем Карпатського регіону / Н. П. Козловський. – Львів, 2009. – 316 с.
4. Лукаш О. В. Характеристика фауни ґрунтових нематод лісових екосистем Новгород-Сіверського Полісся / О. В. Лукаш, В. Л. Шевченко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 20, Біологія. – Київ, 2011. – Вип. 3. – С. 119–125.
5. Регуляция микрофауны биомассы и активности почвенных микроорганизмов / А. Ш. Мамилев, Б. А. Бызов, А. Д. Покаржевский, Д. Г. Звягинцев // Микробиология. – 2000. – Т. 69, № 5. – С. 727–736.
6. Соловьева Г. И. Экология почвенных нематод / Г. И. Соловьева. – Ленинград: Наука, 1986. – 247 с.
7. Шевченко В. Л. Нематоди лісової підстилки різних типів лісу Чернігівського Полісся / В. Л. Шевченко, Т. М. Жиліна // Наукові записки Тернопільського національного пед. університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль, 2007. – № 1 (31). – С. 64–67.
8. Шевченко В. Л. Нематоди підстилки соснових лісів регіонального ландшафтного парку «Міжріччинський» / В. Л. Шевченко // Зоологічна наука у сучасному суспільстві: матеріали всеукр. наук. конф., присвяч. 175-річчю заснування каф. зоології (Київ, 15–18 вересня 2009 р.). – Київ, 2009. – С. 504–506.
9. Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю. М. Чорнобай. – Львів: Вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
10. Abebe E. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy / E. Abebe, I. Andrassy, W. Truanspurger // Wallingford, Oxfordshire, UK; Cambridge, MA, USA: CABI Pub., 2006. – P. 13–30. DOI: 10.1079/9780851990095.0000.
11. Ahmad W. Mononchida: the Predaceous Nematodes / W. Ahmad, M. S. Jairajpuri // Leiden: Brill Academic Publishers. – 2010. – V. 7. – 298 p.
12. Bongers T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition / T. Bongers // Oecologia. – 1990. – V. 83. – P. 14–19.
13. De Goede R. G. M. Effects of liming and fertilization on nematode communities in coniferous forest soils / R. G. M. De Goede, H. H. Dekker // Pedobiologia. – 1993. – V. 37. – P. 193–209.
14. De Goede R. G. M. Nematode distribution, trophic structure and biomass in a primary succession of blown-out areas in a drift sand landscape / R. G. M. De Goede, B. C. Verschoor, S. S. Georgieva // Fundam. appl. Nematol. – 1993. – V. 16 (6). – P. 525–538.
15. Krishna M. P. Litter decomposition in forest ecosystems: a review / M. P. Krishna, Mahesh Mohan // Energ. Ecol. Environ. – 2017. – V. 2(4). – P. 236–249. DOI 10.1007/s40974-017-0064-9.
16. Krivtsov V. A study of population numbers and ecological interactions of soil and forest floor microfauna / V. Krivtsov, A. Garside, A. Brendler, K. Liddell, B. S. Griffiths and H. J. Staines // Animal Biology – 2007. – V. 57. – P. 467–484. DOI: 10.1163/157075607782232189.

17. Krivtsov V. Diversity and ecological interactions of soil and forest litter nematodes from a Scottish woodland / V. Krivtsov, N. D. Romanenko, I. Popov, A. Garside // *Nematol. medit.* – 2010. – V. 38. – P. 83–89.
18. Niblack T. C. Nematode community structure in dogwood, maple and peach nurseries in Tennessee / T. C. Niblack, E. C. Bernard // *J Nematol.* – 1985. – V. 17. – P. 126–131.
19. Qing X. Soil and litter nematode diversity of Mount Hamiguitan, the Philippines, with description of *Bicirronema hamiguitanense* n. sp. (Rhabditida: Bicirronematidae) / Xue Qing, Wim Bert, Hanne Steel [et al.]. // *Nematology*. – 2015. – V. 17(3). – P. 325–344. DOI: 10.1163/15685411-00002870.
20. Ruess L. Nematode soil faunal analysis of decomposition pathways in different ecosystems / L. Ruess // *Nematology*. – 2003. – V. 5. – P. 179–181.
21. Yeates G. W. Feeding habits in soil nematode familie and genera – an outline for soil ecologists / G. W. Yeates, T. Bongers, R. G. M. De Goede [et al.] // *J. Nematol.* – 1993. – V. 25 (3). – P. 315–331.
22. Yeates G. W. Nematode diversity in agroecosystems / G. W. Yeates, T. Bongers // *Agriculture, Ecosystems and environment*. – 1999. – V. 74. – P. 113–135.

Стаття надійшла до редакції 02.01.2022

Т. М. Жиліна, В. Л. Шевченко

Національний університет “Чернігівський колегіум” імені Т. Г. Шевченка,
природничо-математичний факультет, кафедра екології та охорони природи,
вул. Г. Полуботка, 53, м. Чернігів, Україна, e-mail: valeosh85@gmail.com

ТРОФІЧНА РІЗНОМАНІТНІСТЬ УГРУПОВАНЬ ПІДСТИЛКОВИХ НЕМАТОД ЛІСІВ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Резюме

Проблема. Вільноживучі нематоди одна з найчисельніших груп ґрунтової та підстилкової фауни лісових екосистемах. Регулюючи мікробну біомасу і інтенсивність дихання, круглі черви впливають на швидкість та напрямок процесів мінералізації та гуміфікації рослинного опаду.

Мета. Вивчення трофічної структури угруповань нематод у підстилці лісів Мезинського національного природного парку.

Методика. Зразки підстилки збирали з червня по липень 2010 та 2014 років у 21 лісових екосистемах. Виділення нематод проводили лійковим методом Бермана з наважки 5 г. Експозиція становила 48 год., після чого нематод фіксували ТАФом (триетаноламін+формалін+вода у співвідношенні 2:7:91). Тимчасові мікропрепарати виготовляли за методикою Кирьянкової. Перерахунок чисельності здійснювали на 100 г абсолютно сухого субстрату.

Основні результати. Виявлено 46 видів фітонематод, які належать до п'яти трофічних груп: сапробіонти, мікогельмінти, всеїдні, хижі та фітогельмінти. За кількістю видів та чисельністю в угрупованнях нематод домінували сапробіонти. Зареєстровано 26 видів (56,52% загального видового списку), їхня частка участі становила 63,97%. Домінували *Plectus cirratus*, *Plectus parietinus*, *Panagrolaimus rigidus* (чисельність становила 24,13%, 9,65% та 8,18% від загальної відповідно). Вид *P. rigidus* траплявся у 95,2% всіх зразків. Серед десяти видів мікогельмінтів домінував *Aphelenchoides composticola* (знайдений у 85,7% зразків підстилки, чисельність становила 8,99% від загальної). Серед трьох видів всеїдних нематод звичайним у підстилці лісів

досліджуваного регіону був *Mesodorylaimus bastiani*, який траплявся у 90,48% зразків, частка участі становила 13,74%. Хижі нематоди (5 видів) виявлені у 57,1% зразків, частка їхньої участі разом становила 3,17% від загальної. Два види фітогельмінтів (*Gracilacus audriellus*, *Paratylenchus nanus*) зустрічалися у зразках нечасто (9,52% та 4,76% відповідно) з низькою чисельністю (0,12% та 0,08% відповідно).

Висновки. Ведучу роль у процесах розкладання рослинного опаду в умовах МНПП відіграють сапробіотичні нематоди (співвідношення мікогельмінтів та сапробіонтів становило 0,27). За стратегією життя в угрупованнях підстилкових нематод переважали види з короткими життєвими циклами, з швидким зростанням популяції за сприятливих умов, толерантні до порушень. Таких видів було 25, або 54,35% видового складу. Показники індексів зрілості угруповання нематод Бонгера та трофічної різноманітності (2,27 та 2,16 відповідно) свідчать про стабільність умов у підстилці лісових екосистем МНПП.

Ключові слова: нематоди; трофічні групи; підстилка; лісові екосистеми; Мезинський національний природний парк.

T. M. Zhylina, V. L. Shevchenko

Department of Ecology and Nature Conservation, T. H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”, Hetman Polubotko Str., 53, 14013, Chernihiv, Ukraine, e-mail: valeosh85@gmail.com

TROPHIC DIVERSITY OF LITTER NEMATODE COMMUNITIES OF FORESTS IN THE MEZIN NATIONAL NATURE PARK

Abstract

Introduction. Nematodes are one of the most abundant groups of the soil and litter fauna in forest ecosystems. The faunal composition may mirror the activity of decomposition pathways and give indications of nutrient status and fertility of soil. Nematodes play an important role in regulating microbial communities and affect the speed and direction of mineralization and humification of plant precipitation.

Aim. Trophic structure of nematode communities from litter in forests of the Mezin National Nature Park was studied.

Materials and methods. Samples litter were collected from June to July 2010 and 2014 in 21 forest ecosystems. Nematodes were extracted by a modified Baermann's method from the 5-g sample. The exposition time was 48 h. Extracted nematodes were fixed in the triethanolamine-formalin (TAF, 2% triethanolamine, 7% formaldehyde solution, 91% water), and mounted on the temporary hydroglyceric slides. Nematode abundance was expressed as specimens per 100 g of dry substrate.

Results. The 46 identified nematode species were divided into five trophic groups: saprobionts, mycohelminths, omnivores, predators and phytohelminths. Saprobionts were both the most diverse and the most numerous. 26 species (56,52% of all species collected) belonged to the this trophic group, proportion in the community was 63,97%. *Plectus cirratus*, *Plectus parietinus*, *Panagrolaimus rigidus* were the most numerous (proportion in the community 24,13%, 9,65% and 8,18% of the

total, respectively). *P. rigidus* occurred in 95,2% of all samples. *Aphelenchoides composticola* dominated among 10 species of mycohelminths (frequency was 85,7%, proportion in the community 8,99%). *Mesodorylaimus bastiani* was common among the three species of omnivorous nematodes (frequency was 90,48%, proportion in the community 13,74%). Predatory nematodes (5 species) were in 57,1% of samples, proportion in the community together was 3,17%. Only two species phytohelminths (*Gracilacus audriellus*, *Paratylenchus nanus*) were found in the analyzed litter samples. They were rare; their frequency was 9,52% and 4,76% respectively. Moreover they were not very abundant (0,12% and 0,08% of total number respectively).

Conclusions. The mycohelminths and saprobionts make an important component of the litter decomposer community of all forest ecosystems in the Mezin National Nature Park. The ratio of mycohelminths to saprobionts (M/S) shows a constant preponderance of saprobionts and was 0,27. Twenty five species (54,35% of all species collected) were high colonization ability, high reproduction rate and high tolerance to disturbances. The trophic diversity index was 2,16. The maturity index was 2,27. These indexes show stability of habitat in the forest litter.

Key words: nematodes; trophic groups; the litter; forest ecosystems; Mezin National Nature Park.

References

- Delegan I. (2003) Forest zoology. Invertebrate [Lisova zoolohiya. Bezkhrebetni]. Lviv, Polly, 472 p.
- Kozlovsky M. P. (2003) "Ecological groups of soil nematodes in deciduous forests" ["Ekologicheskiye gruppировki pochvennykh nematod v shirokolistvennykh lesakh"]. *Ekologiya i fauna pochvennykh bespozvonochnykh Zapadnogo Volyno-Podol'ya*, Kiev, Nauk. dumka Press, pp. 318–354.
- Kozlovsky M. P. (2009) Phytonematodes of terrestrial ecosystems of the Carpathian region [Fitonematody nazemnykh ekosystem Karpat-s'koho rehionu]. Lviv, 316 p.
- Lukash O. V. & Shevchenko V. L. (2011) "Characteristics of the soil nematode fauna of forest ecosystems of Novgorod-Siversky Polissya" ["Kharakterystyka fauny gruntovykh nematod lisovykh ekosystem Novhorod-Sivers'koho Polissya"]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova*, Ser. Biol., 3, (20), Kiev, pp. 119–125.
- Mamilov A. Sh., Byzov B. A., Pokarzhevsky A. D. & Zvyagintsev D. G. (2000) "Regulation of biomass microfauna and activity of soil microorganisms" ["Regulyatsiya mikrofaunoi biomassy i aktivnosti pochvennykh mikroorganizmiv"]. *Microbiology*, Moscow, 69, 5, pp. 727–736.
- Solovyeva G. I. (1986) Ecology of soil nematodes [Ekologiya pochvennykh nematod]. Leningrad, Nauka Publ., 247 p.
- Shevchenko V. L. & Zhylyna T. M. (2007) "Forest litter nematodes of different forest types of Chernihiv Polissya" ["Nematody lisovoyi pidstylky riznykh typiv lisu Chernihivs'koho Polissya"]. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka*, Ser. Biol., 1, (31), Ternopil, pp. 64–67.
- Shevchenko V. L. (2009) "Nematodes of litter of pine forests of the Mizhrichynsky regional landscape park" ["Nematody pidstylky sosnovykh lisiv rehionalnoho landshaftnoho parku "Mizhrichynskiy"]. *Zoology in modern society: Proceedings of the All-Ukrainian Conference* (Kiev, 15–18.09. 2009). Kiev, pp. 504–506.
- Chornobai Yu. M. (2000) Transformation of plant detritus in natural ecosystems [Transformatsiya roslynnoho detrytu v pryrodnykh ekosystemakh]. Lviv, Publication of the DPM of the National Academy of Sciences of Ukraine, 352 p.
- Abebe E., Andrassy I. & Truanspurger W. (2006) Freshwater nematodes: ecology and taxonomy. Wallingford, Oxfordshire, UK; Cambridge, MA, USA: CABI Publ., pp. 13–30. DOI: 10.1079/9780851990095.0000.
- Ahmad W., Jairajpuri M. S. (2010) Mononchida: the Predaceous Nematodes. Leiden: Brill Academic Publishers, V.7, 298 p.
- Bongers T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, 83, pp. 14–19.

13. De Goede R. G.M. & Dekker H. H. (1993) Effects of liming and fertilization on nematode communities in coniferous forest soils. *Pedobiologia*, 37, pp. 193–209.
14. De Goede R. G.M., Verschoor B. C. & Georgieva S. S. (1993) Nematode distribution, trophic structure and biomass in a primary succession of blown-out areas in a drift sand landscape. *Fundam. appl. Nematol.*, 16 (6), pp. 525–538.
15. Krishna M. P., Mohan Mahesh (2017) Litter decomposition in forest ecosystems: a review. *Energ. Ecol. Environ.*, 2(4), pp. 236–249. DOI 10.1007/s40974-017-0064-9.
16. Krivtsov V., Garside A., Brendler A., Liddell K., Griffiths B. S. & Staines H. J. (2007) A study of population numbers and ecological interactions of soil and forest floor microfauna. *Animal Biology*, 57, pp. 467–484. DOI: 10.1163/157075607782232189.
17. Krivtsov V., Romanenko N. D., Popov I. & Garside A. (2010) Diversity and ecological interactions of soil and forest litter nematodes from a Scottish woodland. *Nematol. mediterr.*, 38, pp. 83–89.
18. Niblack T. C. & Bernard E. C. (1985) Nematode community structure in dogwood, maple and peach nurseries in Tennessee. *J Nematol.*, 17, pp. 126–131.
19. Qing X., Bert W., Steel H. et al. (2015) Soil and litter nematode diversity of Mount Hamiguitan, the Philippines, with description of *Bicirronema hamiguitanense* n. sp. (Rhabditida: Bicirronematidae). *Nematology*, 17(3), pp. 325–344. DOI: 10.1163/15685411-00002870.
20. Ruess L. (2003) Nematode soil faunal analysis of decomposition pathways in different ecosystems. *Nematology*, 5, pp. 179–181.
21. Yeates G. W., Bongers T., De Goede R. G.M. et al. (1993) Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *J. Nematol.*, 25 (3), pp. 315–331.
22. Yeates G. W. & Bongers T. (1999) Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and environment*, 74, pp. 113–135.

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН



DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259843](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259843)

УДК 796.012.12–612.82:59085:[616–085]

О. А. Макаренко, д.б.н., завідувач кафедри

Л. І. Карабджак, магістр

В. В. Кіка, аспірант

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра фізіології людини та тварин, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082,
Україна, e-mail: makolga29@gmail.com

ВИТРИВАЛІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ІНТОКСИКАЦІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЩУРІВ НА ТЛІ ХРОНІЧНОЇ АЛКОГОЛІЗАЦІЇ

Хронічна алкогольна інтоксикація не мала суттєвого впливу на показники витривалості самців щурів і, навпаки, призвела до зниження витривалості самок. Хронічне вживання алкоголю стимулювало накопичення в головному мозку щурів токсинів – уреазі та аміаку, малонового діальдегіду, сприяло розвитку запальних процесів, про що свідчить підвищення активності кислотофосфатази, на фоні послаблення неспецифічної резистентності (активність лізоциму та каталази).

Ключові слова: витривалість; алкогольна інтоксикація; головний мозок; запалення; антиоксидантно-прооксидантний стан.

Зловживання алкоголем та його наслідки знаходиться у сфері інтересів дослідників уже багато років. Такий інтерес обумовлений поширеністю проблеми та наслідками зловживанням алкоголем для організму. За останні роки алкоголізм характеризується високою поширеністю з залученням все більшої кількості молоді [1, 2].

Алкоголь негативно впливає на стан центральної нервової системи та головного мозку. Після вживання алкоголю відбувається збудження нервової системи шляхом пригнічення механізмів регуляції та гальмування. При постійному прийомі алкоголю це може призвести до порушень в роботі центральної нервової системи на системному рівні. Депресія у осіб з алкогольною залежністю добре відомий клінічний прояв [2, 3]. Етіологія цих процесів не з'ясована, проте відомо, що депресивні симптоми, які викликані алкоголем, можуть бути різноманітними [3, 5].

Дослідження токсичного впливу алкоголю на конкретні органи та тканини на практиці є дуже важливим для аналізу спричинених алкоголем метаболічних відхилень, а також для пошуку методів профілактики та корекції.

Виходячи з цього, метою роботи було дослідження впливу хронічної алкогольної інтоксикації на витривалість щурів, а також визначення показників запалення, інтоксикації та неспецифічної резистентності у головного мозку лабораторних щурів.

Матеріали та методи дослідження

Експеримент проводили на двомісячних щурах в віварії ОНУ. Тварин поділили на чотири групи (по сім тварин в кожній групі): дві інтактні групи (самці і самки) та дві дослідні групи (самці і самки). Спирт додавали в питну воду, починаючи з 5% збільшуючи концентрацію до 15%.

Для оцінки витривалості щурів використовували тест поведінкового відчаю за методом Порсолта в модифікації Каркіщенко і ін. (2011). В умовах вимушеного плавання негативну плавучість щурів забезпечували за допомогою тягарців, які складали 10% від маси їх тіла [4, 11]. Фіксували час, коли тварина здатна досягати поверхні води (час стомлення), отримане значення – це показник витривалості [8, 11]. Дослідження проводили на щурах кожної групи один раз в тиждень протягом одинадцяти тижнів.

При проведенні експериментальних досліджень тварини знаходились в стандартних умовах віварію згідно з нормами і принципами Директиви Ради ЄС з питань захисту хребетних тварин, що використовуються для наукових цілей [8]. Щурів через 108 днів виводили з експерименту під тіопенталовим наркозом. У головному мозку визначали показники запалення (активність еластази, кислій фосфатази), інтоксикації (активність уреаз, та вміст малонового діальдегіду (МДА)), неспецифічної резистентності (активність лізоциму та каталази) [6].

Результати дослідження та їх обговорення

На рисунках 1 та 2 показано витривалість щурів за результатами плавального тесту. Протягом перших двох тижнів витривалість самок була вище на 27,6% за самців. Протягом наступних тижнів дослідження спостерігали поступове збільшення витривалості самців інтактної групи на 50% в порівнянні з початковим показником, що свідчить про нормальний фізіологічний розвиток та адаптацію до фізичних навантажень у самців (рис. 1).

Поступове збільшення витривалості спостерігаємо також у самок інтактної групи – на 94,4% (11 неділя дослідження) в порівнянні з початковим рівнем цього показнику (рис. 2) За 11 тижнів проведення тесту самки інтактної групи були витривалішими за самців інтактної групи в 1,75 рази.

Отримані результати дослідження свідчать про те, що самки в порівнянні з самцями мають більші показники витривалості при фізичних навантаженнях. Наші результати узгоджуються з інших дослідженнями, які вказують на індивідуальні особливості тварин, пов'язані зі статтю і віком. Тренування впливає на рухову активність щурів, які при повторному тестуванні здатні формувати стратегію поведінки, адаптуватися до навантажень в стресових умовах [4, 8].

Хронічна алкогольна інтоксикація не вплинула на показники витривалості самців алкогольної групи, витривалість яких збільшилась на 56,2% за 11 тижнів (рис. 1).

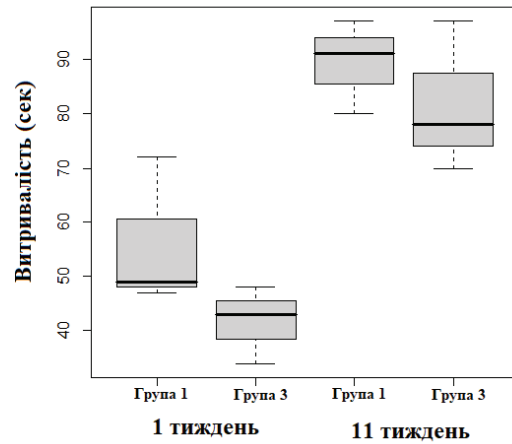


Рис 1. Витривалість самців інтактної (група 1) та дослідної (група 3) груп.

Хронічна алкогольна інтоксикація призвела до змін психо-емоційного статусу самок алкогольної групи. Це проявлялось в поведінці тварин при проходженні тесту: спостерігали завмирання тварин, гальмування рухів, що може свідчити про наявність тривожного стану у самиць. Така зміна поведінки при проходженні тесту призвела до зниження показника витривалості у самок алкогольної групи на 63,3% наприкінці експерименту. А різниця між показником у інтактній і алкогольній групі самок наприкінці експерименту склала 41,0% (рис. 2).

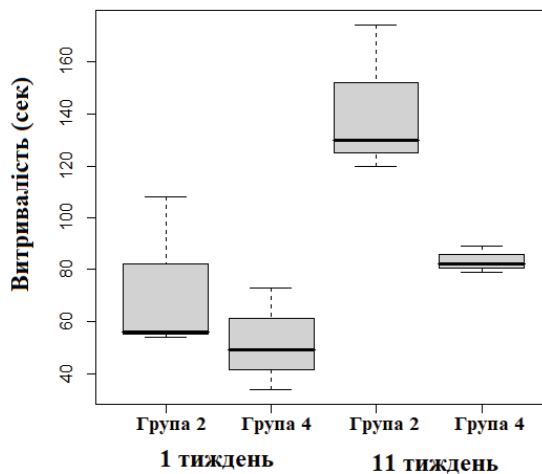


Рис 2. Витривалість самок інтактної (група 2) та дослідної (група 4) груп.

Таким чином, за результатами дослідження встановлено, що при фізичних навантаженнях у інтактних самок відбувається формування більш вираженої витривалості (в 1,75 разів) ніж у самців. Хронічна алкогольна інтоксикація призводила до зниження витривалості самок і не впливала на цей показник у самців.

У таблиці 1 наведено результати визначення показників інтоксикації та запалення у головному мозку тварин. Запалення головного мозку щурів визначали за активністю еластази та кислій фосфатази (табл. 1). За результатами дослідження статистично значущих відмінностей в активності еластази у самців інтактною та дослідною групами не виявлено. Показники активності еластази самок інтактною та дослідною груп також статистично не відрізнялися.

Кисла фосфатаза – це лізосомальний фермент, збільшення якого може свідчити про руйнування лізосом та розвиток запалення. Активність кислій фосфатази в мозку щурів суттєво збільшувалась при хронічній алкогольній інтоксикації (табл. 1). В самців алкогольної групи активність цього ферменту збільшилась на 21,9%, а у самок на 31,3% в порівнянні з контрольною групою.

Стан антиоксидантно-прооксидантної системи оцінювали за двома показниками – активністю каталази та концентрацією МДА (табл. 1).

Таблиця 1

**Біохімічні показники головного мозку щурів
при хронічній алкогольній інтоксикації**

Показники	Самці		Самки	
	Група 1, контроль	Група 3, дослід	Група 2, контроль	Група 4, дослід
Активність еластази, мк-кат/кг	48,2 ± 1,8	48,5 ± 1,7 p > 0,8	52,5 ± 3,8	51,3 ± 2,6 p > 0,8
Активність каталази, мкат/кг	1,62 ± 0,07	1,08 ± 0,05 p < 0,001	1,91 ± 0,12	1,30 ± 0,09 p < 0,001
Активність кислій фос- фатази, мккат/кг	7,80 ± 0,38	9,51 ± 0,30 p < 0,002	8,91 ± 0,21	11,17 ± 0,91 p < 0,02
Концентрація МДА, ммоль/кг	25,3 ± 0,5	42,7 ± 1,6 p < 0,001	17,5 ± 1,3	30,2 ± 2,6 p < 0,001
Активність лізоциму, од/кг	22 ± 1,2	10 ± 1,9 p < 0,001	29 ± 2,1	15 ± 1,3 p < 0,001
Активність уреазі, мккат/кг	0,018 ± 0,002	0,045 ± 0,004 p < 0,001	0,042 ± 0,005	0,088 ± 0,009 p < 0,001

Примітка. p – вірогідність по відношенню до показнику в інтактній групі

Каталаза – це фермент, який руйнує перекис водню. За результатами дослідження відмічали зниження активності каталази, що свідчило про виснаження антиоксидантного захисту. В самців алкогольної групи активність каталази в мозку зменшувалась на 33,3%, у самок на 31,9%.

Послаблення антиоксидантного захисту призводило до інтенсифікації процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ). Концентрація МДА (табл. 1) збільшувалась при алкогольній інтоксикації у самців на 68,7%, у самок на 72,5%. За результатами дослідження заключаємо про виснаження ферменту антиоксидантного захисту та активацію ПОЛ у мозку самців та самиць алкогольної групи.

До показників неспецифічної резистентності в головному мозку щурів можна віднести лізоцим та уреазу (табл. 1). Показники лізоциму при хронічній алкогольній інтоксикації зменшувались у самців на 54,5%, у самок – на 48,3%. Активність уреазу, продуктом діяльності якої є аміак, в мозку щурів при хронічній алкогольній інтоксикації суттєво збільшувалась у самців у 2,5 рази, у самок – у 2 рази.

Збільшення активності уреазу при хронічній алкогольній інтоксикації може призводити до більш повільного формування рефлексів, порушення рухів, що і спостерігалось під час проведення плавального тесту.

За результатами проведених біохімічних досліджень мозку щурів відмічаємо накопичення МДА, уреазу, аміаку, які є токсичними продуктами, також відбувається підвищення рівня маркеру запалення (кислої фосфатази), пригнічення активності ферменту антиоксидантного захисту (каталаза) та показнику неспецифічної резистентності (лізоциму).

Порівнюючи досліджувані показники мозку у самців та самок виявили суттєву розбіжність тільки за активністю кислої фосфатази. Активність ферменту більш значно підвищилась у самок (на 9,4% більше за самців) алкогольної групи. Розбіжності по іншим параметрам в залежності від статі не спостерігали. Інші дослідження підтверджують більш згубний вплив алкогольної інтоксикації саме на самиць. Це може бути пов'язано з більшим рівнем запалення, а також з унікальною сигнатурою цитокінів в порівнянні з чоловіками [7, 10].

Висновки

1. Хронічна алкогольна інтоксикація суттєво не вплинула на витривалість самців, витривалість самок знизилась на 63,3%. Адаптація до фізичних навантажень у інтактних самок були 1,75 рази більше, ніж у самців.

2. Активність еластази не змінилась у всіх досліджуваних групах. Активність кислої фосфатази при хронічній алкогольній інтоксикації збільшилась у самців на 21,9%, а у самок на 31,3%.

3. Активність каталази в алкогольних групах зменшилась в головному мозку самців на 33,3% та у самок на 31,9%, а вмісту МДА в головному мозку збільшилось у самців та у самок на 68,7 та 72,5% відповідно.

4. Хронічне введення етанолу призводило до зменшення активності лізоциму в мозку самців на 54,5% і самок на 48,2%, а також суттєвого збільшення активності уреазу у самців на 150,0% та у самок на 109,5%.

Список використаної літератури

1. Гапонов К. Д. Алкогольна залежність в умовах соціального стресу: епідеміологічні, клінічні і лікувальні аспекти / К. Д. Гапонов // Укр. вісн. психоневр. – 2016. – Т. 24, Вип. 4. – С. 54–60.
2. Дереча Л. М. Алкоголь та його дія на організм: огляд літератури / Л. М. Дереча // Вісн. Харків. нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Серія: Біологія. – 2007. – Вип. 6, № 788. – С. 7–16.
3. Животовська Л. В. Клініка, неврологічні та соматичні ускладнення внаслідок вживання алкоголю / Л. В. Животовська, А. М. Скрипніков, І. М. Скрипник. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 131 с.
4. Зайцева М. С. Работоспособность крыс в тесте «Вынужденное плавание с грузом» и причины её вариабельности / М. С. Зайцева, Д. Г. Иванов, Н. В. Александровская // Биомедицина. – 2015. – № 4. – С. 30–42.
5. Козак Л. П. Біохімічні особливості алкоголізації щурів за умов дії інтервального гіпоксичного тренування / Л. П. Козак // Експерим. кліні. фізіологія і біохімія. – 2002. – № 2. – С. 35–38.
6. Шнайдер С. А. Экспериментальная стоматология. Часть I. Экспериментальные модели стоматологических заболеваний / С. А. Шнайдер, А. П. Левицкий. – Одесса: КП ОГТ, 2017. – 168 с.
7. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. – Strasbourg: Council of Europe, 1986. – № 123. – 51 p.
8. Jauhar S. Alcohol and cognitive impairment / S. Jauhar, E. Marshall, I. Smith // Advances in psychiatric treatment. – 2014. – Vol. 20. – P. 304–313.
9. Logrip M. L. Sex differences in responses of the basolateral-central amygdala circuit to alcohol, corticosterone and their interaction / M. L. Logrip, C. Oleata, M. Roberto // Neuropharmacology. – 2017. – Vol. 114. – P. 123–134. doi:10.1016/j.neuropharm.2016.11.021
10. Logrip M. L. Sexual dimorphism in the neural impact of stress and alcohol / M. L. Logrip, V. Milivojevic, M. L. Bertholomey, M. M. Torregrossa // Alcohol. – 2018. – Nov; 72. – P. 49–59. doi: 10.1016/j.alcohol.2018.02.002
11. Porsolt R. D. Behavioral despair in rats: a new model sensitive to antidepressant treatment / R. D. Porsolt, G. Anton, N. Blavet et al. // Europ. J. Pharmacol. – 1978. – Vol. 47. – P. 379–391.

Стаття надійшла до редакції 24.12.2021

О. А. Макаренко, Л. І. Карабджак, В. В. Кіка

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра фізіології людини та тварин, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: makolga29@gmail.com

ВИТРИВАЛІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ІНТОКСИКАЦІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЩУРІВ НА ТЛІ ХРОНІЧНОГО ВВЕДЕННЯ ЕТАНОЛУ

Резюме

Актуальність. Одним з актуальних і не до кінця вирішених завдань сучасної медицини є розкриття характеру впливу хронічної алкогольної інтоксикації на функціональні показники життєдіяльності. Важливим являється аналіз спричинених метаболічних відхилень, патологічних для етанолу, а також пошук ефективних способів попередження і корекції дії алкоголю.

Мета. Дослідження впливу хронічного введення етанолу на витривалість щурів, а також визначення показників запалення, інтоксикації та неспецифічної резистентності у головного мозку лабораторних щурів.

Матеріали та методи. Експеримент проводили на двомісячних щурах обох статей. Алкогольну інтоксикацію відтворювали шляхом введення в питну воду етанолу, починаючи з 5% і, поступово збільшували до 15%. Інтактні групи самців і самок отримували звичайну воду. Витривалість щурів оцінювали один

раз у тиждень за тестом поведінкового відчаю Porsolta, в якому щурам надавали негативну плавучість за допомогою обважнення тягарцем. Показником витривалості був час стомлення щурів. У головному мозку визначали показники запалення (активність еластази, кислотої фосфатази), інтоксикації (активність уреаз та вміст малонового діальдегіду), неспецифічної резистентності (активність лізоциму та каталази).

Основні результати. Фізичні навантаження у щурів сприяли формуванню більш вираженої витривалості самок ніж самців. Хронічне введення етанолу істотно не впливало на витривалість самців і призводило до зменшення витривалості самок. Хронічне введення етанолу щурам призводило до накопичення токсичних продуктів (уреаз, аміаку, продуктів перекисного окиснення ліпідів), стимулювало інтенсифікацію запалення (підвищення активності кислотої фосфатази) на тлі пригнічення неспецифічної резистентності (зниження активності каталази та лізоциму) в головному мозку щурів.

Висновки. Вживання алкоголю не зробило істотного впливу на витривалість самців, але знизило витривалість самок. Дослідження головного мозку щурів показали накопичення токсичних продуктів, інтенсифікацію запалення на тлі пригнічення неспецифічної резистентності під впливом етанолу.

Ключові слова: витривалість; алкогольна інтоксикація; головний мозок; запалення; антиоксидантно-прооксидантний стан.

O. A. Makarenko., L. I. Karabadzhak, V. V. Kika

Odesa National Mechnykov University, Department of Human and Animal Physiology, 2 Dvorianska Str., Odessa, Ukraine, 65082, e-mail: makolga29@gmail.com

ENDURANCE AND INDICATORS OF INTOXICATION OF THE BRAIN OF RATS AFTER CHRONIC ADMINISTRATION OF ETANOL

Abstract

Introduction. One of the current important and unsolved problems of modern medicine is revealing the nature of the impact of chronic alcohol intoxication on functional indicators of life. It is important to analyze the metabolic shifts caused by ethanol, as well as to find effective ways to prevent and correct the effects of alcohol.

Aims. Research the effect of chronic ethanol consumption on endurance of rats, and determination of indicators of inflammation, intoxication and nonspecific resistance in the brain of laboratory rats.

Materials and Methods. The experiment was performed on 2-month-old male and female rats. Alcohol intoxication was reproduced by introducing ethanol into drinking water, starting with 5% and gradually increasing to 15%. Intact groups of males and females received water. Endurance of rats was assessed once a week by the Porsolta Behavioral Despair Test, in which rats were given negative buoyancy by additional weight. The time of endurance of rats served as an indicator of fatigue. The duration of the experiment constituted 108 days. Inflammation (elastase, acid phosphatase activity), intoxication (urease activity and malonic dialdehyde activity), nonspecific resistance (lysozyme and catalase activity) were determined in the brain.

Main results. It was found that the exercise stress contributes to the formation of more pronounced endurance of females than males. Chronic administration of ethanol did not significantly affect the endurance of males during the swimming test, and led to a decrease in endurance of females. Biochemical studies showed that prolonged administration of ethanol to male and female rats leads to the accumulation of toxic products (urease, ammonia, lipid peroxidation products), stimulates the intensification of inflammation (increased activity of acid phosphatase) against the suppression of nonspecific resistance (decrease of catalase and lysozyme activity) in the brain of rats under chronic alcohol intoxication.

Conclusions. Alcohol consumption did not significantly affect the endurance of males, but reduced the endurance of females. The survey of the brain of rats showed the accumulation of toxic products, the intensification of inflammation against the background of the suppression of nonspecific resistance under the influence of ethanol.

Key words: endurance; alcohol intoxication; brain; inflammation; antioxidant-prooxidant state.

References

1. Haponov K. D. (2016) «Alcohol dependence in conditions of social stress: epidemiological, clinical and therapeutic aspects» [Alkoholna zalezhnist v umovakh sotsialnoho stresu: epidemiolohichni, klinichni i likuvalni aspekty], *Ukrainskyi visnyk psyhhonevrolohi*, 24, 4, pp 54–60.
2. Derecha L. M. (2007) «Alcohol and its effect on the body: a review of the literature» [Alkohol ta yoho diia na orhanizm: ohliad literatury], *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriya: Biolohiia*, 6, 788, pp 7–16.
3. Zhyvotovska L. V., Skrypnyk A. M., Skrypnyk I. M. (2015) *Clinic, neurological and somatic complications due to alcohol consumption* [Klinika, nevrolohični ta somatyčni ускладнення внаслідок вживання алкоголю], Poltava, TOV «ASMI», 131 p.
4. Zaitseva M. S., Yvanov D. H., Aleksandrovskaia N. V. (2015) «Performance of rats in the test «Forced swimming with a load» and the reasons for its variability» [Rabotosposobnost kryis v teste «Vynuzhdennoe plavanie s gruzom» i prichiny eYo variabelnosti], *Byomedytyna*, 4, pp 30–42.
5. Kozak L. P. (2002) «Biochemical features of alcoholization of rats under the conditions of interval hypoxic training» [Biokhimichni osoblyvosti alkoholizatsii shchuriv za umov dii intervalnoho hipoksichnoho trenuvannia], *Ekspyrymentalna ta klinichna fiziolohiia i biokhimiia*, 2, pp 35–38.
6. Shnaider S. A., Levytskyi A. P. (2017) *Experimental dentistry. Part I. Experimental models of dental diseases* [Ekspyrymentalna stomatologiya. Chast I. Ekspyrymentalnye modeli stomatologicheskikh zabolevaniy], Odessa, KP OHT, 168 p.
7. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes (1986), Strasburg. Council of Europe, 123, 51 p.
8. Logrip M. L., Oleata C., Roberto M. (2017) Sex differences in responses of the basolateral-central amygdala circuit to alcohol, corticosterone and their interaction, *Neuropharmacology*. 114, P. 123–134. doi:10.1016/j.neuropharm.2016.11.021
9. Jauhar S., Marshall E., Smith I. (2014) «Alcohol and cognitive impairment», *Advances in psychiatric treatment*, 20, pp 304–313.
10. Logrip M. L., Milivojevic, M. L., Bertholomey, M. M. (2018) «Torregrossa Sexual dimorphism in the neural impact of stress and alcohol», *Alcohol*, Nov; 72, pp 49–59. Published online 2018 Feb 23. doi: 10.1016/j.alcohol.2018.02.002.
11. Porsolt R. D., Anton G., Blavet N. et al (1978) «Behavioral despair in rats: a new model sensitive to antidepressant treatment», *Europ. J. Pharmacol*, 47, pp 379–391.

DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259837](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259837)

УДК 615.276:59.085+616-08+616.36-003

О. А. Макаренко¹, д.б.н., завідувач кафедри

Т. В. Могилевська¹, аспірант

Л. М. Борисенко², завідувач кафедри

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра фізіології людини і тварин, вул. Дворянська 2, 65082, Україна, e-mail: makolga29@gmail.com

²Європейський Інститут природничо-наукових досліджень та дистанційної освіти, кафедра сучасної дієтології, Altmarkt 10 D, 01067, Дрезден, Німеччина

ГЕПАТОПРОТЕКТОРНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСУ МІНЕРОЛ І ЛЕКВІН У ЩУРІВ З ХРОНІЧНИМ ХОЛЕСТАЗОМ

В експериментальному дослідженні на моделі хронічного холестаза у щурів досліджували біохімічні показники сироватки крові та печінки, стан антиоксидантно-прооксидантної системи щурів з хронічними холестазом за профілактичного вживання комплексу препаратів Мінерол і Леквін. Показано, що хронічний холестаз призводив до негативного впливу на функціональні параметри печінки, а щоденне вживання комплексу препаратів ефективно попереджувало встановлені порушення, завдяки компонентам Леквіну (лецитину, кверцетину) та Мінеролу, який є джерелом макро- та мікро елементів на тлі сорбуючої дії. Результати дослідження встановили виражену гепатопротекторну, антиоксидантну, протизапальну, жовчорозріджувальну ефективність комплексу препаратів Мінерол і Леквін в умовах тривалого холестаза.

Ключові слова: хронічний холестаз; щурі; гепатопротекторна дія; запалення.

За останнє десятиліття у світі відбувається суттєве зростання захворювань печінки і жовчовивідних шляхів, багато з яких ускладнені холестазом [2]. Холестатичні ураження печінки проявляються симптомокомплексом клінічних і морфологічних змін, які розвиваються на тлі жовчної гіпертензії через порушення прохідності жовчних шляхів. Синдром холестаза призводить до припинення надходження жовчі у дванадцятипалу кишку і накопиченню її компонентів в крові. Наслідком цього є погіршення всмоктування жирів в кишківнику, вітамінів А, D, Е, К і кальцію, а в тканинах порушуються процеси перекисного окиснення ліпідів [3, 7].

Для послаблення проявів холестаза використовується комплексний підхід. Поруч з хірургічним втручанням по усуненню застою жовчі, досить широко застосовуються лікарські препарати, які володіють гепатопротекторними властивостями [5].

Таким препаратом у нашому дослідженні був обраний комплекс, який складався з Леквіну та Мінеролу. Леквін (виробник НВА «Одеська біотехнологія»,

Україна), завдяки лецитину має виражену гепатопротекторну, жовчорозріджувальну та антидисбіотичну дію, а через біофлавоноїд кверцетин – потужні антиоксидантні та протизапальні властивості. Мінерол (виробник НВМП «ГООБОР», Україна) є природний сорбент і джерело мінералів, і на наш погляд, має доповнювати організм необхідними мінералами, виводити токсини та нормалізувати метаболічні функції печінки в умовах хронічного холестазу.

Мета роботи – дослідження гепатопротекторних властивостей комплексу Мінерол і Леквін у щурів з холестатичним ураженням печінки.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводили на 20 щурах-самцях стадного розведення, які утримувалися на стандартному раціоні віварію. Тварини були розподілені на три групи: 1 група – контроль, 2 група – щури, яким моделювали холестаз, 3 група – щури, яким на тлі холестаза проводили профілактику препаратами Мінерол (1 г/кг) та Леквін (500 мг/кг).

Холестаз у щурів моделювали шляхом перев'язки загальної жовчної протоки [4]. За добу до операції щурів утримували без їжі, під час операції тварин наркотизували тіопенталовим наркозом (20 мг/кг). Препарати щурам 3-ої групи вводили щоденно одночасно перорально вранці натще.

Як сировину для Мінеролу використаний глинистий мінерал монтморілоніт, який видобувається з глибини 70–80 м і містить майже всі макро- та мікроелементи (кальцій, кремній, залізо, магній, натрій, сірку, марганець, калій, фосфор, йод, літій, цинк мідь, хром, селен), що необхідні для нормальних фізіологічних процесів. Препарат володіє також сорбційною активністю, яка складає до 380 од. (по метиленовому синьому).

Одна таблетка Леквіну містить: лецитин соняшниковий – 250 мг, кверцетин з софори японської – 5 мг, інулін з цикорію – 175 мг, цитрат кальцію – 85 мг, аскорбінову кислоту – 2,2 мг.

Дози препаратів, що вводили щурам, адекватні добовим дозам для людини, які надають лікувально-профілактичну дію.

Тривалість експерименту склала 4 місяці.

При проведенні експериментальних досліджень тварини знаходились в стандартних умовах віварію згідно з нормами і принципами Директиви Ради ЄС з питань захисту хребетних тварин, що використовуються для наукових цілей [8]. Щурів через 4 місяця виводили з експерименту під тіопенталовим наркозом (внутрішньоочередно в дозі 20 мг/кг), збирали кров для отримання сироватки, виділяли печінку. Визначали органний індекс, який розраховували як співвідношення маси печінки (мг) до маси тіла щури (г). Гомогенати печінки готували із розрахунку 50 мг/мл 0,05 М трис-НСІ буферу рН 7,6.

В сироватці крові тварин для визначення ступеня гепатотоксичності визначали активність лужної фосфатази (ЛФ), аланінамінотрансферази (АлАТ),

еластази, концентрацію кальцію, тригліцеридів (ТГ) та холестерину. Стан печінки оцінювали за органом індексом та рівнем біохімічних показників запалення (вміст малонового діальдегіду (МДА), активність еластази, уреаз, кислої фосфатази (КФ)) та антиоксидантного стану (активність каталази) [1, 6].

Статистичне опрацювання отриманих даних у серіях дослідів проводилось за методом Ст'юдента-Фішера, відмінності вважали достовірними при $p < 0,05$. Дані наведено як середнє арифметичне значення та похибка середнього ($M \pm m$).

Результати дослідження та їх обговорення

Результати проведення біохімічного дослідження в сироватці крові щурів з холестазом та після профілактики наведені у табл. 1. Одним з базових лабораторних показників, який вказує на ознаки холестазу, є підвищення активності лужної фосфатази (ЛФ). Так, активність даного ферменту у сироватці крові щурів 2-ої групи, яким моделювали холестаз, зросла на 43,6% у порівнянні з контрольною групою ($p < 0,001$), що свідчило про порушення відтоку жовчі, тобто підтверджувало наявність моделі холестазу. У сироватці крові 3-ої групи щурів після профілактики Мінеролом і Леквіном активність ЛФ була підвищена лише на 3,6% та не відрізнялась від цього показника у контрольній групі ($p > 0,5$ і $p_1 < 0,001$, табл. 1).

Таблиця 1

Біохімічні показники сироватки крові щурів з холестазом та після профілактики Мінеролом і Леквіном

№	Групи щурів	Активність АлАТ, мк-кат/л	Активність еластази, мккат/л	Активність ЛФ, мккат/л
1	Контроль	$0,39 \pm 0,02$	$198,23 \pm 7,87$	$0,55 \pm 0,03$
2	Холестаз	$0,27 \pm 0,01$ $p < 0,001$	$281,50 \pm 11,29$ $p < 0,001$	$0,79 \pm 0,02$ $p < 0,001$
3	Холестаз + профілактика	$0,35 \pm 0,01$ $p < 0,05$ $p_1 < 0,001$	$152,08 \pm 6,18$ $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	$0,57 \pm 0,02$ $p > 0,5$ $p_1 < 0,001$

Примітка: p – достовірність розбіжності показників порівняно з контрольною групою,
 p_1 – достовірність розбіжності показників порівняно з групою «холестаз»

Моделювання хронічного холестазу у щурів призводило до зниження у сироватці крові активності аланінамінотрансферази (АлАТ) на 30,8% ($p < 0,001$), що може свідчити про зниження їх функціональної активності в умовах тривалого холестазу. Проведення профілактики за допомогою композиції Мінерола і Леквіна призводило до суттєвого підвищення активності АлАТ в сироватці

крові щурів 3-ої групи – на 29,6% ($p_1 < 0,001$), хоча і була нижчою за контрольні значення.

Ступінь генералізованого запалення у щурів визначали по активності еластази, яка достовірно підвищувалась у сироватці крові щурів з холестазом на 42,0% ($p < 0,001$). Введення профілактичних препаратів щурам 3-ої групи сприяло значному зниженню цього маркера запалення у сироватці крові – на 23,3% порівняно з рівнем у контрольній групі ($p < 0,001$ і $p_1 < 0,001$).

Для визначення стану ліпідного обміну у щурів з хронічним холестазом досліджували рівень тригліцеридів та холестерину в сироватці крові. Так, хронічний холестаз сприяв підвищенню концентрації тригліцеридів (ТГ) на 62,5% ($p < 0,001$), в той час як концентрація холестерину була зниженою на 18,2% ($p > 0,05$). Встановлені порушення показників ліпідного обміну можуть свідчити про виражене паренхіматозне ураження печінки, яка не здатна повною мірою приймати участь у метаболізмі ТГ і холестерину. В сироватці крові тварин, які отримували препарати профілактики, зареєстровано нормалізацію рівня тригліцеридів ($p > 0,05$ і $p_1 < 0,01$) та концентрації холестерину ($p > 0,2$ і $p_1 < 0,01$, табл. 2).

Таблиця 2

**Стан ліпідного та кальцієвого обміну у щурів з хронічним холестазом
та на тлі профілактики Мінеролом і Леквіном**

№	Групи щурів	Вміст ТГ, ммоль/л	Вміст холестерину, ммоль/л	Вміст кальцію, ммоль/л
1.	Контроль	$0,24 \pm 0,03$	$0,88 \pm 0,04$	$2,46 \pm 0,09$
2.	Холестаз	$0,39 \pm 0,02$ $p < 0,001$	$0,72 \pm 0,06$ $p > 0,05$	$2,29 \pm 0,05$ $p < 0,05$
3.	Холестаз + профілактика	$0,29 \pm 0,03$ $p > 0,05$ $p_1 < 0,01$	$1,02 \pm 0,08$ $p > 0,2$ $p_1 < 0,01$	$2,39 \pm 0,07$ $p > 0,05$ $p_1 > 0,1$

Примітка: p – достовірність розбіжності показників порівняно з контрольною групою,
 p_1 – достовірність розбіжності показників порівняно з групою «холестаз»

Що стосується вмісту кальцію, то було встановлено, що хронічний холестаз сприяв вірогідному зниженню його концентрації в сироватці крові ($p < 0,05$), а тривала профілактика препаратами Мінеролу та Леквіну призводила до підвищення його концентрації відносно показника у сироватці крові групи щурів з холестазом та майже наближала до показників контрольної групи ($p > 0,05$).

Отримані результати біохімічного дослідження крові лабораторних щурів свідчать про суттєві зміни показників у тварин 2-ої групи: розвиток холестазу та генералізованого запалення, паренхіматозне ураження печінки, порушення кальцієвого та ліпідного обміну. Профілактика препаратами Мінерол та Леквін ефективно попереджувала встановлені порушення завдяки гепатопротектор-

ним, жовчорозріджувальним, протизапальним та адсорбуючими властивостями комплексу.

В таблиці 3 представлені результати дослідження маркерів запалення (активність еластази і КФ) та інтоксикації (активність уреаз) у гомогенатах печінки щурів.

Таблиця 3

Біохімічні показники стану печінки щурів з хронічним холестазом та після профілактики Мінеролом і Леквіном

№	Групи щурів	Активність КФ, мк-кат/кг	Активність еластази, мк-кат/кг	Активність уреаз, мк-кат/кг
1	Контроль	98,43 ± 4,72	483,30 ± 25,01	0,039 ± 0,006
2	Холестаз	127,79 ± 6,95 $p < 0,01$	601,87 ± 18,05 $p < 0,01$	0,085 ± 0,007 $p < 0,001$
3	Холестаз + профілактика	108,60 ± 2,72 $p > 0,1$ $p_1 < 0,05$	483,87 ± 28,01 $p > 0,5$ $p_1 < 0,01$	0,027 ± 0,004 $p > 0,1$ $p_1 < 0,001$

Примітка: p – достовірність розбіжності показників порівняно з контрольною групою,
 p_1 – достовірність розбіжності показників порівняно з групою «холестаз»

У печінці щурів 2-ої групи моделювання хронічного холестазу призводило до підвищення активності кислої фосфатази (КФ) на 29,8% ($p < 0,01$), що вказує на руйнування та підвищення проникності мембран гепатоцитів. Проведення профілактики попереджало збільшення цього маркера запалення у печінці тварин 3-ої групи – активність КФ у печінці відповідала рівню контрольної групи ($p > 0,1$ і $p_1 < 0,05$).

Запальні процеси в печінці щурів з холестазом підтверджувалися високою активністю еластази в гомогенатах печінки щурів, яка зростала на 24,5% ($p < 0,01$). Профілактичне введення Мінеролу та Леквіну призводило до зниження активності еластази в печінці щурів 3-ої групи до меж значень контрольної групи ($p > 0,5$ і $p_1 < 0,01$).

На тлі інтенсифікації запалення в печінці щурів з холестазом встановлено зниження антитоксичної функції цього органу. Про це свідчило збільшення більш ніж у 2 рази активності уреаз в печінці щурів 2-ої групи ($p < 0,001$). Профілактичне введення Мінеролу і Леквіну ефективно запобігало підвищенню активності уреаз в печінці щурів 3-ої групи, рівень якої відповідав контрольним значенням ($p > 0,1$ і $p_1 < 0,001$, табл. 3).

Антиоксидантно-прооксидантний стан печінки визначали по активності каталази та вмісту МДА. Моделювання холестазу не вплинуло на активність одного з основних ферментів антиоксидантного захисту – активність каталази ($p > 0,5$). Введення препаратів щурам 3-ої групи також не змінювало активності каталази в печінці тварин ($p > 0,1$ і $p_1 > 0,1$, табл. 4).

Таблиця 4

**Стан антиоксидантно-прооксидантної системи печінки щурів
з холестазом та після профілактики Мінеролом і Леквіном**

№	Групи щурів	Активність каталази, мкат/кг	Вміст МДА, ммоль/кг	АПІ
1	Контроль	$2,25 \pm 0,03$	$15,5 \pm 1,2$	$1,45 \pm 0,12$
2	Холестаз	$2,26 \pm 0,05$ $p > 0,5$	$21,2 \pm 1,6$ $p < 0,001$	$0,47 \pm 0,05$ $p < 0,001$
3	Холестаз + профілактика	$2,32 \pm 0,03$ $p > 0,1$ $p_1 > 0,1$	$15,0 \pm 0,8$ $p > 0,5$ $p_1 < 0,01$	$1,55 \pm 0,17$ $p > 0,5$ $p_1 < 0,001$

Примітка: p – достовірність розбіжності показників порівняно з контрольною групою,
 p_1 – достовірність розбіжності показників порівняно з групою «холестаз»

На тлі стабільної активності каталази в печінці щурів 2-ої групи збільшувався вміст МДА на 36,8% ($p < 0,001$), що вказує на інтенсифікацію перекисного окиснення ліпідів в печінці щурів при тривалому холестазі. Профілактика за допомогою комплексу Мінерол + Леквін сприяла збереженню вмісту МДА в печінці щурів 3-ої групи на рівні, відповідному до контролю ($p > 0,5$ і $p_1 < 0,01$).

Більш наочно стан антиоксидантно-прооксидантної системи при патології та профілактиці відображає розрахунковий антиоксидантно-прооксидантний індекс (АПІ). АПІ печінки щурів з холестазом знижувалось у 3 рази ($p < 0,001$), що свідчило про зсув рівноваги антиоксидантно-прооксидантної системи у бік активації перекисних процесів (табл. 4). У печінці 3-ої групи щурів, яка отримувала профілактику препаратами, АПІ відповідав рівню у печінці тварин контрольної групи ($p > 0,5$ і $p_1 < 0,001$, табл. 4).

В результаті перев'язки жовчної протоки тварини 2-ої групи несуттєво втрачали у вазі, а вага печінки при цьому суттєво збільшувалась, як наслідок у щурів з холестазом органний індекс (ОІ) печінки збільшився на 23,5% ($p < 0,01$), а у щурів, яким проводили профілактику цей показник відповідав значенням контрольної групи ($p > 0,5$, табл. 5).

Таблиця 5

**Органний індекс (ОІ) печінки щурів з холестазом та після профілактики
Мінеролом і Леквіном**

№	Групи щурів	ОІ, мг/г
1	Контроль	$30,27 \pm 1,57$
2	Холестаз	$37,39 \pm 1,44$ $p < 0,01$
3	Холестаз + профілактика	$32,79 \pm 1,96$ $p > 0,5$ $p_1 < 0,1$

Примітка: p – достовірність розбіжності показників порівняно з контрольною групою,
 p_1 – достовірність розбіжності показників порівняно з групою «холестаз»

Отримані результати говорять про суттєве ушкодження печінки, її набряк внаслідок запалення під впливом тривалого холестаза, а також підтверджують високу гепатопротекторну ефективність композиції Мінерол і Леквін.

Підводячи загальний підсумок отриманим результатам, необхідно виділити наступне: тривалий холестаз призводить до зниження функціональної активності гепатоцитів поряд з паренхіматозним ураженням печінки, яка не спроможна повною мірою в умовах холестаза виконувати антитоксичну функцію, метаболічну дію по обміну ліпідів, холестерину, кальцію на тлі розвитку запальних, перекисних процесів та набряку. Щоденне введення препаратів Мінерол і Леквін щурів з холестазом ефективно попереджувало встановлені порушення в печінці тварин. Профілактична дія комплексу проявилася завдяки його компонентам: лецитину, кверцетину, які володіють вираженими гепатопротекторними, антиоксидантними, протизапальними, жовчорозріджувальними властивостями. Додаткова абсорбційна ефективність Мінеролу дозволяє зберігати антитоксичну функцію печінки в умовах тривалого холестаза, а комплекс мінералів препарату – підтримувати метаболічні функції органу в межах норми.

Висновки

1. Моделювання хронічного холестаза у щурів призводило до метаболічних порушень у печінці – підвищенню активності лужної фосфатази на 43,6%, вмісту тригліцеридів на 62,5%, зменшенню рівня холестерину на 18,2%, кальцію на 6,9% у сироватці крові тварин.

2. Тривалий холестаз сприяв розвитку запалення в печінці щурів – збільшенню активності еластази на 24,5%, активності кислої фосфатази на 29,8% та зниженню антитоксичної дії печінки – зростанню активності уреазу у 2 рази.

3. По зниженню активності аланініамінотрансферази на 30,8% у сироватці крові та збільшенню органного індексу печінки на 23,5% на тлі інтенсифікації перекисного окиснення ліпідів – збільшення в печінці тварин вмісту МДА на 36,8% та зниження антиоксидантно-прооксидантного індексу у 3 рази встановлено паренхіматозне ураження печінки щурів з холестазом.

4. Лікувально-профілактичне застосування комплексу Мінерол і Леквін у щурів з холестазом знижувало запальні процеси в печінці, корегувало метаболічні порушення, покращувало стан антиоксидантно-прооксидантної системи та антитоксичної функції печінки, тобто проявляло виражену гепатопротекторну дію в умовах тривалого холестаза.

Список використаної літератури

1. Горячковский А.М. Клиническая биохимия в лабораторной диагностике: [Справочное пособие] / А.М. Горячковский. – Одеса: Екологія, 2005. – 616 с.
2. Дзюба А.Н. Сучасні тенденції смертності населення працездатного віку від хвороб органів травлення / А.Н. Дзюба, Л.А. Чепелевська, Л.А. Карамзіна // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2016. – № 1. – С. 24–29.

4. Мороз В.М. Експериментальне обґрунтування патогенетичної терапії хронічної патології печінки / В.М. Мороз, Н.А. Рикало // Вісник морфології. – 2010. – № 16 (2). – С. 236–241.
5. Міщенко О.Я. Аналіз експериментальних моделей холестазу та механізми їх розвитку / О.Я. Міщенко, К.Ю. Юрченко, І.В. Кириченко // Механізми розвитку патологічних процесів і хвороб та їхня фармакологічна корекція: тези доп. І наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю, м. Харків, 18 жовт. 2018 р. – Х.: Вид-во НФаУ, 2018. – С. 158–159.
7. Присяжнюк В.П. Особливості використання кверцетину у комплексному лікуванні хворих на цироз печінки невірусного походження // В.П. Присяжнюк // Вісник наукових досліджень. – 2013. – № 2. – С. 25–27.
6. Шнайдер С.А. Экспериментальная стоматология. Ч. I. Экспериментальные модели стоматологических заболеваний / С.А. Шнайдер, А.П. Левицкий. – Одесса: КП «Одеська міська друкарня», 2017. – 167 с.
3. Щербинина М.Б. Современные взгляды на диагностику и лечение холестатических заболеваний печени / М.Б. Щербинина // Медична газета «Здоров'я України 21 сторіччя». – 2016. – № 6 (379). – С. 57–58.
8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. – Strasburg. Council of Europe, 1986. – № 123. – 51 p.

Стаття надійшла до редакції 18.01.2022

О.А. Макаренко¹, Т.В. Могилевська¹, Л.М. Борисенко²

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
кафедра фізіології людини і тварин, вул. Дворянська 2, 65082, Україна,
e-mail: makolga29@gmail.com

²Європейський Інститут природничо-наукових досліджень та дистанційної освіти, кафедра сучасної дієтології, Altmarkt 10 D, 01067, Дрезден, Німеччина

ГЕПАТОПРОТЕКТОРНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСУ МІНЕРОЛ І ЛЕКВІН У ЩУРІВ З ХРОНІЧНИМ ХОЛЕСТАЗОМ

Резюме

Проблема. Експериментальне обґрунтування профілактики порушень у гепатобіліарній системі при хронічному холестазі у щурів комплексом Мінерол та Леквін.

Мета. Дослідження гепатопротекторних властивостей комплексу Мінерол та Леквін у щурів із холестатичним ураженням печінки.

Методика. Дослідження проводили на щурах-самцях стадного розведення. Тварин поділили на 3 групи: 1 група – контрольна, 2 група – тварини, яким моделювали холестаз, шляхом перев'язки загальної жовчної протоки, 3 група – тварини, яким на тлі холестазу проводили профілактику (вводили препарати Мінерол і Леквін перорально вранці натщесерце). У сироватці крові визначали активність лужної фосфатази, аланінамінотрансферази, еластази, концентрацію кальцію, тригліцеридів та холестерину. Стан печінки оцінювали за органомним індексом та рівнем біохімічних показників запалення (вміст МДА, активність уреаз, еластази, кислої фосфатази та каталази).

Основні результати. Експериментальне моделювання у щурів холестазу порушувало функціональний стан печінки тварин, що супроводжувалося порушенням ліпідного обміну, підвищенням активності маркерів запалення та інтоксикації як у печінці так і в сироватці крові, збільшенням органного індексу печінки та порушенням стану антиоксидантно-прооксидантної системи. Щоденне введення тваринам комплексу препаратів Мінерол і Леквін суттєво покращувало стан печінки, надаючи гепатопротекторну, антиоксидантну та протизапальну дію.

Висновки. Отримані результати дослідження встановили високу гепатопротекторну ефективність комплексу препаратів Мінерол та Леквін та дозволяють рекомендувати його пацієнтам із проблемами холестази як профілактику порушень у гепатобіліарній системі.

Ключові слова: хронічний холестаз; щури; гепатопротекторна дія; запалення.

O.A. Makarenko¹, T.V. Mogilevska¹, L.N. Borisenko²

¹Odesa National Mechnykov University, department Of Human and Animal Physiology, 2, Dvorianska str., Odesa, 65082, Ukraine, e-mail makolga29@gmail.com

²European Institute of natural science research and Distance Education, department of modern Dietetics, Altmarkt 10 D, 01067, Dresden, Germany

HEPATOPROTECTIVE EFFICACY OF THE MINEROL AND LEQUIN COMPLEX IN RATS WITH CHRONIC CHOLESTASIS

Abstract

Problem: experimental substantiation of the prevention of disorders in the hepatobiliary system in chronic cholestasis in rats with the Minerol and Lequin complex.

Aim: to study the hepatoprotective properties of the Minerol and Lequin complex in rats with cholestatic liver damage.

Methods. The study was carried out on male rats of herd breeding. The animals were divided into 3 groups: group 1 – control, group 2 – animals with simulated cholestasis by ligation of the common bile duct, group 3 – animals that were subjected to prophylaxis against the background of cholestasis (administered the drugs Minerol and Lequin orally in the morning on an empty stomach for 4 months). The activity of alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, elastase, the concentration of calcium, triglycerides and cholesterol were determined in the raw blood. The state of the liver was assessed by the organ index and the level of biochemical indicators of inflammation (MDA content, activity of urease, elastase, acid phosphatase and catalase).

Main results. Experimental modeling of cholestasis in rats disrupted the functional state of the liver of animals, which was accompanied with a disturbance of lipid metabolism, an increased activity of markers of inflammation and intoxication both in the liver and in the raw blood, an increase in the organ index of the liver and a disturbance of the antioxidant-prooxidant system. Daily administration of the complex of drugs Minerol and Lequin to animals significantly improved the condition of the liver, providing hepatoprotective, antioxidant and anti-inflammatory effects.

Conclusions: the obtained results of the study established the high hepatoprotective effectiveness of the complex of drugs Minerol and Lequin, on the basis of which they make it possible for us to recommend it to patients with cholestasis problems as a prevention of disorders in the hepatobiliary system.

Key words: chronic cholestasis; rats; hepatoprotective effect; inflammation.

References

1. Horiachkovskii A.M. (2005) Clinical Biochemistry in laboratory diagnostics [Klinicheskaia biokhimiia v laboratornoi diahnostike], Odessa, Ecology, 616 p.
2. Dzyuba A.N., Chepelevs'ka L. A., Karamzina L.A. (2016) «Current trends in mortality of the working-age population from diseases of the digestive system» [«Suchasni tendenczii smernosti naselenya praczdatnogo viku vid khvorob organiv travlennya»], Visnik soczial'noi gigieni ta organizaczii okhorony zdorov'ya Ukrainy, 1, pp 24–29.
3. Moroz V.M., Rykalo N.A. (2010) «Experimental justification of pathogenetic therapy of chronic liver pathology» [«Eksperymentalne obgruntuvannia patohenetychnoi terapii khronichnoi patolohii pechinky»], Visnyk morfolohii, 16, 2, pp 236–241.
4. Mishchenko O. Ya., Yurchenko K. Yu., Kyrychenko I. V. (2018) «Analysis of experimental models of cholestasis and mechanisms of their development», Mechanisms of development of pathological processes and diseases and their pharmacological correction: theses of the add. And science.– practice. internet conf. from mezhnar. participation [«Analiz eksperymentalnykh modelei kholestazu ta mekhanizmy yikh rozvytku» Mekhanizmy rozvytku patolohichnykh protsesiv i khvorob ta yikhnia farmakolohichna korektsiia: tezy dop. I nauk.-prakt. internet-konf. z mizhnar. Uchastiu], Kharkiv, 18 Octob, Kh.: NFaU, pp158–159.
5. Prysiazhniuk V.P. (2013) «Specifics of using quercetin in complex treatment of patients with non-viral liver cirrhosis» [«Osoblyvosti vykorystannia kvertsetynu u kompleksnomu likuvanni khvorykh na tsyroz pechinky nevirusnoho pokhodzhennia»], Visnyk naukovykh doslidzhen, 2, pp 25–27.
6. SHnajder S. A., Levickij A. P (2017) «Experimental dentistry. Part I. Experimental models of dental diseases» [«Eksperimental'naya stomatologiya. CH.I. Eksperimental'nye modeli stomatologicheskikh zabolevanij»], Odessa: KP «Odes'ka mis'ka drukarnya», 167 p.
7. Shcherbinina M.B. (2016) «Modern views on the diagnosis and treatment of cholestatic liver diseases» [«Sovremenny'e vzglyady na diagnostiku i lechenie kholestaticeskikh zabolevanij pecheni»], Medichna gazeta «Zdorov'ya Ukraini 21 storichchya», 6, 379, pp 57–58.
8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes (1986), Strasburg.Council of Europe, 123, 51 p.

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ



DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).25992](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).25992)

УДК 581.9 (477.74)

O. Yu. Bondarenko, Ph.D., assistant professor

S. L. Myronov, student

Odesa National Mechnykov University, Faculty of Biology,

Department of Botany,

2 Dvoryanska str., Odesa 65082, Ukraine, e-mail: o.bondarenko@onu.edu.ua

CENCHRUS LONGISPINUS (HACK.) FERNALD ON ANTHROPOGENICLY TRANSFORMED AREAS OF THE DNIESTER DISTRICT

During the study of flora of ecotopes of the railway tracks of the Dniester embankment, 14 localities of the North American species *Cenchrus longispinus* were identified. On the sand the plants are better developed, have more lateral shoots. On crushed stone substrate, especially in the interrail space of the railway, plants are low – 7 (10) cm high. In addition, *Cenchrus longispinus* on the Dniester embankment was found in areas where no radical transformation of the ecotope (beach) is detected.

Key words: *Cenchrus longispinus*; railway tracks; Dniester embankment

Cenchrus longispinus (Hack.) Fernald (family Poaceae), also known as spiny burr grass, is one of the 29 adventive plant species in Ukraine that pose the greatest potential threat to the environment. These species are at the expansion stage and possess a number of common features: stress tolerance, high degree of naturalization, significant coenotic activity, wide ecological amplitude, as well as the ability to spread efficiently and quickly to new territories. The distribution of such species in new ecotopes requires special attention of scientists [13; 18; 24; 27].

The study of localization, features of naturalization, biological and ecological properties of adventive plants in Ukraine is reflected in a wide range of regional [2; 3; 6; 8; 11; 20; 23; 26] and national floristic works [4; 5; 14; 17; 18; 27].

Since the plants of the genus *Cenchrus* emerged in Ukraine, scientists have clarified the species names of specimens stored in various herbarium collections. Presently, it is determined that all *Cenchrus* exemplars that were previously found in Ukraine belong to *C. longispinus*, so studying of these and new specimens using of molecular- genetic methods is considered as relevant [1; 12; 22; 28]. Also, the molecular-genetic approach using ISSR markers is considered as appropriate for defining the genus of specimens, because, according to morphological features, individuals of the genus *Cenchrus* are visually similar to plants of a number of other genera of the family Poaceae [21].

Specimens of *Cenchrus longispinus* outside Ukraine have been observed in South America, USA, Africa, Asia (India, Israel, etc.), Europe (Spain, Italy, Greece,

France), as well as in Moldova, Russia (Belgorod, Rostov, Volgograd and other regions), etc. [15; 22; 28]. In Ukraine, *Cenchrus longispinus* has been known since the 1950s, from Kherson, Mykolaiv, Odesa, Donetsk regions, and so on. The species is also known from the ecotopes of the Dnieper sands (Kyiv region) [27]. As of 2013, the area of plant contamination of this species in Ukraine was 25074 ha [19].

In the Odesa region, according to the Border State Inspectorate for Quarantine Plants, their seeds, including cenchrus, were mostly found in grain bulks, especially in those which arrived from the United States [7; 10].

Cenchrus longispinus is a plant 20–60 cm high, with flat leaves (2.5–5 mm wide). Stems are also flat, creeping, can take root in nodes. The panicles are apical, up to 10 cm long, well-developed or partially located in the vagina of the upper leaf. Spikelets are 4–7 cm long, two-flowered. There are 2 lemmata, they are intensely pubescent, woodified, sticky. The number of chromosomes is $2n = 34$ or 36 [15; 24]. Each plant can produce from 1,000 to 3,000 seeds per season. Seed viability lasts up to five years [19; 21]. Plants and inflorescences of *C. longispinus* are presented in the pictures (photos 1, 2).

At the time of introduction to the territory of Ukraine, the species is a kenophyte of North American origin; by the degree of naturalization in the transformed areas the species is characterized as agrio-epicophyte [10; 18]. It belongs to quarantine organisms that are partially distributed in Ukraine (A-2) [16].

The weed is very drought-resistant, so in arid conditions it may be dominant [19]. In relation to insolation, *C. longispinus* is a heliophyte with a cosmopolitan range. The species has overcome the E-barrier, and a major part of its populations is concentrated on anthropogenic ecotopes [10].



Fig. 1. *Cenchrus longispinus*. A part of an inflorescence. Photo by Bondarenko O., 29.08.2020, Karolina-Bugas

Cenchrus longispinus is an element of psammophyton [18; 24]. It is a characteristic species of “C1.1.1 Habitats of annual grasses xerophytic communities road verges and abandoned land”, which is a part of “C1 Ruderal biotopes”, namely “C1.1 Ruderal biotopes of annuals and biennial plants”. As a rule, this is a group of demutations at initial stages for ruderalized, anthropogenically transformed ecotopes that are represented, for the most part, by mechanically disturbed, somewhat nitrified soils [14].

Such biotopes in Ukraine are widespread throughout the territory, and in Europe they are parts of a number of biogeographical regions (Continental, Mediterranean, Pannonian, Steppe) [14].

Cenchrus longispinus is extremely harmful to crops, especially of sunflowers, vegetables and other cultivated plants. In some places, plant contamination can reach 300 individuals / m². Prickly seeds significantly reduce the

quality of sheep's wool, and are the cause of some diseases of this category of farm animals [19; 22; 24; 27].

One of the methods of modern detection of quarantine species is an annual one-two-time survey of areas that can probably be centers of their vegetation. Such areas include coastal ecotopes, transport hubs, etc [15]. In the United States, it is proposed to use some herbicides in order to control cenchrus vegetation [25]. However, it is still difficult to monitor the distribution of *Cenchrus longispinus* [27].

In the summer of 2021, we surveyed anthropogenically transformed areas of the Dniester embankment by the route method. The flora of the railway tracks between the Karolino-Bugas and Soniachna railway stations was studied. A number of *Cenchrus longispinus* localities were identified.

Previously, on August 29, 2020, two plants of the species were noted by Bondarenko O. Yu. on the beach and five more – near the country houses opposite the railway station Karolino-Bugas. Ph. D., Assoc. Vasilieva T. V. and Ph. D., Assoc. Kovalenko S. G. also, in different years, noted the findings of plants of the genus *Cenchrus* on the Dniester embankment.

The Dniester embankment is a part of the Odesa Geobotanical District of cereal and wormwood-cereal steppe, saline meadows, salt marshes and vegetation of carbonate outcrops, Black Sea-Azov steppe subprovince, Pontic steppe province and Eurasian steppe region [9].

The recorded localities of *Cenchrus longispinus* (from 23.08.2021, 29.08.2021) have the following coordinates:

46 ° 07'49.4 "N, 30 ° 30'49.7" E – near the platform of the railway station Lymanska, in the place of the organized pedestrian crossing over the tracks, a level crossing is situated near. More than 30 exemplars were noted. They are low-grown, up to 15–20 cm high, but well-branching. The plants are normally developed; almost all shoots of the first and second orders have inflorescences with fruits.

46 ° 07'47.4 "N, 30 ° 30'47.8" E – opposite the platform of the railway station Lymanskaya, along the tracks. There were single specimens on crushed stone man-made substrate at a distance of 20 meters. The plants are low-grown, poorly developed. However, each individual has at least two side shoots; the main shoot is always with inflorescences with seeds.

46 ° 07'46.5 "N, 30 ° 30'47.1" E – a locality of 27 specimens. Most plants have several shoots, almost all of which possess fruit.

46 ° 07'16.1 "N, 30 ° 30'27.8" E 24 specimens, up to 30 cm high, were found. By sight, more than 80% of shoots developed fruits. Some plants are damaged. The



Fig. 2. *Cenchrus longispinus*. The habitus on the crushed stone substrate of railway tracks near the railway stop Morska. Photo by Bondarenko — Yu., 11.08.2021

area on the side of the boulevard “The Golden Coast” – a place of unauthorized crossing over the railway tracks from the beach zone. The plants were found both on the crushed stone substrate of the tracks and on the adjacent sandy soil.

46 ° 07'12.4 “N, 30 ° 30'26.2” E – 12 specimens were noted, they are well developed, with a significant number of lateral shoots. The plants are not damaged, are more than 40 cm high; almost all lateral shoots of the first order are fruitful.

46 ° 07'07.2 “N, 30 ° 30'23.7” E – 11 specimens were found. The plants are normally developed, almost all shoots of second order are fruitful. The individuals were observed both on the crushed stone substrate of the tracks and between the concrete slabs of the parking lots near the guest houses.

46 ° 07'05.5 “N, 30 ° 30'23.5” E – several specimens were defined. The individuals are normally developed, with almost all branches of the stem being fruitful. The plants grow both on the crushed stone substrate of the tracks and between the concrete slabs of the parking lot near the guest houses. A place of unauthorized crossing over the railway tracks to the beach is situated nearby.

46 ° 07'03.3 “N, 30 ° 30'22.3” E – a locality near the steps from the platform of the railway station Morska. There are more than 30 plants, but they grow individually. The specimens were found on the southern side of the crushed stone substrate of the tracks. Some plants grew in the inter-rail space. They are in bad condition, up to 13 cm high. However, by sight, almost all the shoots of the second order are fruitful. Some plants were only 7 (10) cm high, but also developed seeds.

46 ° 06'47.1 “N, 30 ° 30'14.7” E – eight plants of *C. longispinus* grew on the northern side of the crushed stone substrate of the railway tracks, and five more were situated nearby. They are low-grown, but all their second-order shoots possess fruits.

46 ° 05'58.6 “N, 30 ° 29'30.2” E – a place of an authorized crossing from Lazurna Street, near the platform of railway station Druzhba. Five specimens were found on the south side, at the base of the crushed stone embankment and nearby, on sandy soil. They are low (up to 25 cm), but have side shoots, almost all of which have fruit.

46 ° 05'40 “N, 30 ° 29'11.5” E – one plant was found on sandy soil, at the base of the crushed stone embankment of the railway tracks, near the unauthorized crossing over the railway tracks; it is 10 cm high. All four of its side shoots are fruitful.

46 ° 05'39 “N, 30 ° 29'10.5” E – 12 plants, 25 (30) cm high, were found near the crossing over the railway tracks. The plants are damaged, trampled, low-grown, the shoots were laid on the crushed stone of railway. Shoots that stood straight and were undamaged were marked only in places inaccessible to pedestrians, under the rails of the crossing. On the northern side of the embankment, plants were observed both on the crushed stone substrate of the tracks and on the sandy soil, also near the crossing. About 30 plants were found there with up to 35 cm long laying stems. By sight, more than 50% of the shoots were damaged by pedestrians, however, almost all of them are fruitful. Damaged stems, as a rule, possess grown enough lateral shoots. Additional shoots, at the time of the study, were represented by spikelets with fruit. In an inflorescence there were about from three to seven (mostly five) two-flowered

spikelets. Between the stems of *C. longispinus*, on sandy soil, there were defined exemplars of *Tribulus terrestris* L. (Zygophyllaceae), in the immediate vicinity – several specimens of *Amaranthus retroflexus* L. (Amaranthaceae).

46° 05' 02.6 "N, 30° 28' 36.7" E – 26 plants vegetated near the authorized crossing over the railway tracks, from the southern part of the crushed stone embankment and on sandy soil near its base. The plants were up to 40 cm high, almost all shoots were fruitful. Some of them, however, were damaged by pedestrians.

46° 04' 54.7 "N, 30° 28' 37.6" E – 23 plants, more than 30 cm high. A part of the shoots was lying. Plants were observed sporadically on the sand on Lazurna Street (perpendicularly to the P70 highway) in the open area where Luna Park is located and under the lattice fence there. The area is almost equidistant from the railway tracks and from the coast, is often crossed by pedestrians and is spreaded using the sticky thorns on the spikelet scales on the cenchrus seeds.

Conclusions

1. In August 2021, 14 localities of the quarantine species *Cenchrus longispinus* were recorded by the route method during the study of the flora of the railway tracks of the Dniester embankment. The plants are mostly localized in areas of unauthorized or organized pedestrian crossings over railway tracks. The substrate is crushed stone of railway tracks or adjacent sandy soil.

2. The plants growing on sandy soil, by sight, are better developed, have more lateral shoots, are higher (up to 40 cm); on crushed stone substrate, especially in the inter-rail space, the plants reach height of 7 (10) cm. However, specimens on both types of substrate, even those that undergo moderate and severe mechanical damage by pedestrians, possess a significant number of grown additional shoots. Almost all shoots of the first and second orders, at the time of the study, had inflorescences with seeds.

3. Plants of *Cenchrus longispinus* on the Dniester embankment are present not only in areas with strong anthropogenic impact, but also where human influence is moderate (locality 46° 04' 54.7 "N, 30° 28' 37.6" E) or apparently non-existent (opposite the railway station Karolino-Bugas, August 29, 2020). In fact, all surveyed areas are visited by pedestrians (vacationers).

Автори висловлюють подяку к.б.н., доц. Васильєвій Т. В. та к.б.н., доц. Коваленко С. Г. за цінні поради та слушні зауваження

Стаття надійшла до редакції 02.04.2022

Список використаної літератури

1. Багацька Т.С. До питання про генетичну неоднорідність *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald (Poaceae) на території України / Т.С. Багацька, Г.П. Кашеваров // Інтродукція рослин. – 2012, № 3 – С. 95–99.
2. Бондаренко О.Ю. Конспект флори пониззя межиріччя Дністер – Тилігул / О.Ю. Бондаренко. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 332 с.
3. Бондаренко О.Ю. Флора пониззя межиріччя Дністер – Тилігул: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.05 «Ботаніка» / О.Ю. Бондаренко. – Київ, 2015. – 24 с.
4. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры / Р.И. Бурда. – АН УССР, Донец. бот.сад. – К.: Наук. думка, 1991. – 167 с.
5. Бурда Р.И. Загроза біологічного забруднення довкілля України північноамериканськими видами / Р.И. Бурда, В.К. Тохтар // Укр. ботан. журн. – 1998. – Т. 55, № 2. – С. 127–132.
6. Васильєва-Немерцалова Т.В. Синантропна флора припортових міст Північно-Західного Причорномор'я та шляхи її розвитку: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Т.В. Васильєва-Немерцалова. – К., 1996. – 21 с.
7. Васильєва-Немерцалова Т.В. Вплив торговельних зв'язків на надходження насіння карантинних бур'янів / Т.В. Васильєва-Немерцалова, В.П. Ширяєва, С.Г. Коваленко, І.П. Ружицька // Укр. ботан. журн. – 1995. – 52, № 5. – С. 664–671.
8. Вороб'єв Н.Е. Сорная растительность придунайской степи Украины и некоторые приёмы борьбы с нею: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника» / Н.Е. Вороб'єв. – К. 1963. – 20 с.
9. Дідух Я.П. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я.П. Дідух, Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 1. – С. 6–17.
10. Інвасійні види у флорі Північного Причорномор'я / [В.В. Протопопова, М.В. Шевера, С.Л. Мосякін та ін.]. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 56 с.
11. Мельник Р.П. Засмічення агрофітоценозів Півдня України видами адвентивних рослин / Р.П. Мельник, Т.О. Бойко, І.І. Карташова, М.Я. Захарова // Природничий альманах. Серія Біологічні науки. Херсон. – 2020. Вип. 28. – С. 66–74.
12. Мосякін С.Л. Рід *Cenchrus* L. (Poaceae) в Україні: огляд номенклатури, систематики та сучасного поширення / С.Л. Мосякін // Укр. ботан. журн. – 1991, № 1. – С. 120–126.
13. Мосякін А.С. Сучасні методи біологічного контролю (біологічного регулювання) активності інвасійних рослин: приклади й перспективи застосування / А.С. Мосякін // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2012. – Том 3(10), № 1. – 93–109.
14. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. – К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. – 442 с.
15. Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів. Наказ Міністерства аграрної політики України від 29 листопада 2006 року N716 – http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE13174.html
16. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути её развития / В.В. Протопопова. – К.: Наук. думка, 1991. – 192 с.
17. Протопопова В.В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє / В.В. Протопопова, С.Л. Мосякін, М.В. Шевера. – К.: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2002. – 32 с.
18. Ступак А.П. Ценхрус малоцветковый на Херсонщине / А.П. Ступак, В.И. Тихонов // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. – М.: Наука, 1989, с. 71–72.
19. Сыксин С.В. Применение ISSR-анализа для идентификации видов рода колючешетинник *Cenchrus* / С.В. Сыксин, С.А. Блинова, А.С. Яшкин, В.Г. Кулаков, Ю.Ю. Кулакова, О.Н. Аладина, А.А. Соловьев // Известия ТСХА. – 2019. – Вып. 3. – С. 19–32. Doi 10.34677/0021-342X-2019-3-19-32
20. Тохтарь В.К. Ценхрус длинноколочковый – еще один американский «гость» Центрального Черноземья / В.К. Тохтарь, О.В. Фомина // Защита и карантин растений. – 2010, № 12. – С. 26–27.
21. Тохтарь В.К. *Cenchrus pauciflorus* Benth. на Південному Сході України / В.К. Тохтарь, Р.И. Бурда // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49, № 2. – С. 87–88.
22. Abbès T. Notes about two summer annual grass weeds in Morocco: *Dinebra retroflexa* and *Cenchrus longispinus* (Poaceae) / T. Abbès // Fl. Medit. – 2020. – 30. pp. 113–119.
23. Anderson R. L. Longspine Sandbur (*Cenchrus longispinus*) ecology and interference in irrigated corn (*Zea mays*) / R. L. Anderson // Weed Technology. – 1997. – Vol. 11. – pp. 667–671.
24. Bondarenko O. Yu. *Euphorbia davidii* Subils (Euphorbiaceae) in flora of railway tracks of Dniester bay bar // O. Yu. Bondarenko, S. L. Myronov // Вісник ОНУ. Біологія. – 2021. – Т. 26, вип. 2(49). – С. 101–108. doi 10.18524/2077-1746.2021.2(49).246891

25. Protopopova V. V., Shevera M. V., Mosyakin S. L. Deliberate and unintentional introduction of invasive weeds: A case study of the alien flora of Ukraine / V. V. Protopopova, M. V. Shevera, S. L. Mosyakin // *Euphytica*. – 2006, № 148. – pp. 17–33. Doi: 10.1007/s10681-006-5938-4
26. Verloove F. A taxonomic revision of non-native *Cenchrus* s.str. (Paniceae, Poaceae) in the Mediterranean area / F. Verloove, Gullón E. S. // *Willdenowia*. – 2012. – 42. – pp. 67–75. <http://dx.doi.org/10.3372/wi.42.42107>

О. Ю. Бондаренко, С. Л. Миронов

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра ботаніки, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: o.bondarenko@onu.edu.ua

***CENCHRUS LONGISPINUS* (HACK.) FERNALD НА АНТРОПОГЕННО ПЕРЕТВОРЕНИХ ДІЛЯНКАХ ДНІСТРОВСЬКОГО ПЕРЕСИПУ**

Резюме

Мета. Адвентивний вид *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald на території України знаходиться у стадії експансії. Суттєву потенційну небезпеку для довкілля становить завдяки стрес-толерантності, широкій екологічній амплітуді, високому ступеню натуралізації, значній ценотичній активності тощо. Вивченню умов появи та натуралізації нових адвентивних видів, особливо карантинних – нині приділяється значна увага.

Cenchrus longispinus, походить в Північній Америці та поширюється із зерновими вантажами. Вид розповсюдився на території багатьох країн – його виявлено у Південній Африці, Індії, Молдові, Росії, низці європейських держав. В Україні вид вперше зафіксовано у південних регіонах. Він є кенофітом, агро-епофітом та відноситься до карантинних організмів, що обмежено поширені в Україні (А-2). В екологічному відношенні вид тяжіє до посушливих ґрунтових умов. Є геліофітом, в еколого-ценотичному відношенні – псамофітом. Більшість його популяцій зосереджена на антропогенних екотопах.

Методи. Влітку 2021 року, маршрутним методом обстежено антропогенно перетворені ділянки Дністровського пересипу. Вивчали флору залізничних колій між залізничними станціями Кароліна-Бугаз та Сонячна.

Результати. Виявлено 14 локалітетів *Cenchrus longispinus*. В публікації наведено їх координати. Рослини, здебільшого, локалізовані на ділянках самовільних або обладнаних пішохідних переходів через залізничні колії. Субстратом є щебінь колій або прилеглий піщанистий ґрунт.

Висновки На піску рослини, візуально, – краще розвинені, мають більшу кількість бічних пагонів, більш високі. На щебенистому субстраті залізничних колій, особливо у міжколійному просторі, рослини низькі – 7(10) см. Екземпляри на обох типах субстрату, навіть при наявності помірного та сильного механічного пошкодження пішоходами – мають значну кількість відрослих додаткових пагонів. Практично всі пагони – з плодами.

Cenchrus longispinus на Дністровському пересипі представлений не лише на ділянках із сильним антропогенним навантаженням, але й там, де вплив людини помірний, або практично відсутній. Проте, практично всі обстежені ділянки відвідують пішоходи або відпочиваючі.

Ключові слова: *Cenchrus longispinus*; залізничні колії; Дністровський пересип

O. Yu. Bondarenko, S. L. Myronov

Odesa National Mechnykov University, Faculty of Biology, Department of Botany,

2, Dvoryanska str., Odesa 65082, Ukraine, e-mail: o.bondarenko@onu.edu.ua

**CENCHRUS LONGISPINUS (HACK.) FERNALD
ON ANTHROPOGENICLY TRANSFORMED AREAS
OF THE DNIESTER DISTRICT**

Abstract

Problem. The adventive species *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald in Ukraine is at the expansion stage. It poses significant potential threat to the environment due to stress tolerance, wide ecological amplitude, high degree of naturalization, significant coenotic activity and so on. Much attention is now being paid to the study of the conditions for the emergence and naturalization of new adventitious species, especially quarantine ones.

Cenchrus longispinus originates from North America and is distributed with grain bulks. The species has spread to many countries – it has been found in South Africa, India, Moldova, Russia, in a number of European countries. Навести яких.

In Ukraine, the species was first detected in the southern regions. It is a kenophyte, agrio-epicophyte and belongs to the quarantine organisms that are partially distributed in Ukraine (A-2). In the ecological sense, the species prefers arid soil conditions. It is a heliophyte, in ecological and coenotic terms – a psammophyte. Most of its populations are concentrated in anthropogenic ecotopes.

Methods. In the summer of 2021, anthropogenically transformed areas of the Dniester embankment were surveyed by a route method. The flora of the railway tracks between the railway stations Karolina-Bugas and Sonyachna was studied.

Results. 14 localities of *Cenchrus longispinus* were identified. Their coordinates are given in the publication. Plants are mostly localized in areas of unauthorized or organised pedestrian crossings over railway tracks. The substrate is crushed stone of railway tracks or adjacent sandy soil.

Conclusions. On sand plants, by sight, are better developed, have more lateral shoots, are higher. On the crushed stone substrate of railway tracks, especially in the interrail space, the plants are low – 7 (10) cm high. Specimens on both types of substrate, even those that undergo moderate and severe mechanical damage by pedestrians, possess a significant number of grown additional shoots. Almost all shoots have developed fruit.

Cenchrus longispinus on the Dniester embankment is represented not only in areas with strong anthropogenic impact, but also where human influence is moderate or apparently nonexistent. However, all surveyed areas are visited by pedestrians or vacationers.

Key words: *Cenchrus longispinus*; railway tracks; Dniester embankment

References

1. Bahatska T. S., Kashevarov H. P. (2012). «On the question of genetic heterogeneity *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald (Poaceae) on the territory of Ukraine» [«Do pytannia pro henetychnu neodnorodnist na terytorii Ukrainy»], *Introduktsiia roslyn*, (3), pp. 95–99.
2. Bondarenko O. Yu. (2009). *A summary of the flora of lower Dniester – Tiligul interfluve* [Konspekt flory ponyzjja mezhirichcha Dniester-Tiligul], Kyiv: Fitosotsiotsentr, 332 p.
3. Bondarenko O. Yu. (2015). *Flora of lower Dniester-Tiligul interfluve*: PhD thesis, Kyiv, 24 p.
4. Burda R. I. (1991). *Anthropogenic transformation of flora* [Antropogennaya transformaciya flory], AN USSR, Donets. bot. sad. – Kyiv: Nauk. dumka, 167 p.
5. Burda R. I., Tokhtar V. K. (1998). «Threat of biological pollution of the environment of Ukraine by North American species» [«Zahroza biolohichnoho zabrudnennia dovkillia Ukrainy pivnichnoamerykanskymy vydamy»], *Ukr. botan. zhurn.*, 55(2), pp. 127–132.
6. Vasylieva-Nemertsalova T. V. (1996). *Synanthropic flora of port cities of the North-Western Black Sea coast and ways of its development* [Synantropna flora pryportovykh mist Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomoria ta shliakhy yii rozvytku]: PhD thesis, Kyiv, 21 p.
7. Vasylieva-Nemertsalova T. V., Shyriaieva V. P., Kovalenko S. H., Ruzhytska I. P. (1995). «Influence of trade relations on the supply of quarantine weed seeds» [«Vplyv torhivelynykh zviyazkiv na nadkhodzhennia nasinnia karantynnykh burianiv»], *Ukr. botan. zhurn.*, 52(5), pp. 664–671.
8. Vorobyov N. E. (1963). *Weeds of the Danube steppe of Ukraine and some methods of dealing with it* [Sornaya rastitel'nost' prydunajskoj stepi Ukrainy i nekotorye priyomy bor'by s neyu]: PhD thesis, Kyiv, 20 p.
9. Didukh Ya. P., Shelyag-Sosonko Yu. R. (2003). «Geobotanical, zoning of Ukraine and adjusting territories» [«Geobotanichne raionuvannia Ukrainy ta sumizhnykh oblastei»], *Ukr. botan. zhurn.*, 60 (1), pp. 6–17.
10. «Invasive species in the flora of the Northern Black Sea coast» (2009) [Invasiini vydy u flori Pvnichnogo Prychornomorya]. [V. V. Protopopova, M. V. Shevera, S. L. Mosiakin ta in.], Kyiv: Fitosotsiotsentr, 56 p.
11. Melnyk R. P., Boiko T. O., Kartashova I. I., Zakharova M. Ya. (2020). «Littering of agrophytocenoses of the South of Ukraine by species of adventive plants» [«Zasmichennia ahrofitotsenoziv Pivdnia Ukrainy vydamy adventyvnykh Roslyn»] // *Pryrodnychiy almanakh*. Seriya Biolohichni nauky, Kherson, 28, pp. 66–74.
12. Mosyakin, S. L. (1991). «The genus *Cenchrus* L. (Poaceae) in Ukraine: nomenclature, taxonomy and present distribution» [«Rid *Cenchrus* L. (Poaceae) v Ukraini: ohliad nomenklatury, systematyky ta suchasnoho poshyrennia»], *Ukr. botan. zhurn.*, 52(1), pp. 120–126.
13. Mosyakin A. S. (2012). «Modern methods of biological control (biological regulation) of invasive plant activity: examples and prospects» [«Suchasni metody biolohichnoho kontroliu (biolohichnoho rehuliuвання) aktyvnosti invaziynykh roslyn: pryklady y perspektyvy zastosuvannia»] // *Naukovi osnovy zberezhenia biotychnoi riznomanitosti*, 3(10)(1): 93–109.
14. *National Catalog of Biotopes of Ukraine* (2018) [Natsionalnyi kataloh biotopiv Ukrainy]. Za red. A. A. Kuzemko, Ya. P. Didukha, V. A. Onyshchenka, Ya. Sheffera, K.: FOP Klymenko Yu. Ia, 442 p.
15. *On approval of the List of regulated pests. Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine of November 29, 2006 N716* [Pro zatverdzhennia Pereliku rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmiv. Nakaz Ministerstva ahrarnoi polityky Ukrainy vid 29 lystopada 2006 roku N716] – http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE13174.html
16. Protopopova V. V. (1991). *Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development* [Sinantropnaya flora Ukrainy i puti eyo razvitiya], Kyiv: Nauk. dumka, 192 p.
17. Protopopova V. V., Mosiakin S. L., Shevera M. V. (2002). *Phytoinvasions in Ukraine as a threat to biodiversity: current status and challenges for the future* [Fitoinvazii v Ukraini yak zahroza bioriznomanittiu: suchasnyi stan i zavdannia na maibutnie], K.: Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho NAN Ukrain, 32 p.
18. Stupak A. P., Tikhonov V. I. (1989). «*Tsenhrus few-flowered in the Kherson region*» [«*Cenhrus malocvetkovyj* na Hersonshchine»], Problems of studying the adventive flora of the USSR, M.: Nauka, pp. 71–72.
19. Syksin S. V., Blinova S. A., Yashkin A. S., Kulakov V. G., Kulakova Yu. Yu. Aladina N., Soloviev A. A. (2019). «Application of ISSR analysis for identification of species of the genus *Cenchrus*» [«Primenenie ISSR-analiza dlya identifikacii vidov roda kolyucheshchetinnik *Cenchrus*»], *Izvestiya TSHA*, 3, pp. 19–32. Doi 10.34677/0021-342X-2019-3-19-32
20. Tokhtar V. K., Fomina O. V. (2010). «*Tsenkhrus long-spiked – another American “guest” of the Central Black Earth Region*» [«*Cenhrus dlinnokolyuchkovyj – eshche odin amerikanskij “gost”* Centralnogo Chernozem'ya»], *Zaschita i karantin reastenij*, (12), pp. 26–27.

21. Tokhtar V. K., Burda R. I. (1992). «*Cenchrus pauciflorus* Benth. in the South-East of Ukraine» [«*Cenchrus pauciflorus* Benth. na Pivdennomu Skhodi Ukrainy»], *Ukr. botan. zhurn.*, 49(2), pp. 87–88.
22. Abbès Tanji. (2020). «Notes about two summer annual grass weeds in Morocco: *Dinebra retroflexa* and *Cenchrus longispinus* (Poaceae)», *Fl. Medit.*, 30, pp. 113–119.
23. Anderson Randy L. (1997). «Longspine Sandbur (*Cenchrus longispinus*) ecology and interference in irrigated corn (*Zea mays*)», *Weed Technology*, 11, pp. 667–671.
24. Bondarenko O. Yu., Myronov S. L. (2021). «*Euphoria davidii* Subils (Euphorbiaceae) in flora of railway tracks of Dniester bay bar», *Visnyk ONU. Biologia.*, 26, Vyp. 2(49), pp. 101–108. doi 10.18524/2077–1746.2021.2(49).246891
25. Protopopova V. V., Shevera M. V., Mosyakin S. L. (2006). «Deliberate and unintentional introduction of invasive weeds: A case study of the alien flora of Ukraine», *Euphytica*, (148), pp. 17–33. Doi: 10.1007/s10681–006–5938–4
26. Verloove F. Sánchez Gullón E. (2012). «A taxonomic revision of non-native *Cenchrus* s.str. (Paniceae, Poaceae) in the Mediterranean area», *Willdenowia*, 42, pp. 67–75. <http://dx.doi.org/10.3372/wi.42.42107>

DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259919](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259919)

УДК 581.5.9(477.46)

Ф. П. Ткаченко¹, д. б. н., професор

Є. О. Касьянов², м. н. с.

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

біологічний факультет, кафедра ботаніки,

вул. Дворянська, 2, Одеса, Україна, e-mail: tvf@ukr.net

²Національний природний парк «Білобережжя Святослава»,

Миколаївська обл., м. Очаків, Україна, e-mail: naukabs@ukr.net

CERATORHYLLUM TANAITICUM (CERATORHYLLACEAE) В ОЗЕРАХ КІНБУРНЬСЬКОЇ КОСИ (НПП «БІЛОБЕРЕЖЖЯ СВЯТОСЛАВА»)

В статті наведено інформацію про нове місцезнаходження рідкісного виду водних рослин *Ceratophyllum tanaiticum* в озерах Кінбурнського півострову (НПП «Білобережжя Святослава»).

Ключові слова: рідкісний вид; Кінбурнська коса; Україна; національний природний парк «Білобережжя Святослава»

Відомості про поширення *C. tanaiticum* в Україні обмежені, в основному інформація про його місцезнаходження стосується Лівобережжя, Середнього Подніпров'я і Півдня [7, 12]. Цей вид вважається рідкісним, а тому його нові місцезнаходження розширюють наші знання про поширення *C. tanaiticum*.

На думку багатьох дослідників [4, 11] *C. tanaiticum* відноситься до реліктових причорноморських ендеміків. Тому актуальним завданням є виявлення і охорона усіх місцезростань цього виду в межах його ареалу [13].

C. tanaiticum занесений до Європейського Червоного списку (R) [7], в Україні – до списку охоронюваних макрофітів [5], крім того угруповання за його участі як домінанта або субдомінанта – до Зеленої книги України [6].

Раніше цей вид макрофітів нами був виявлений у Дніпровському лимані Чорного моря [8].

Під час флористичних досліджень у серпні 2021 р. в НПП «Білобережжя Святослава» в двох безіменних озерах (рис. 1) біля узбережжя Дніпровського лиману нами було виявлено масове скупчення *C. tanaiticum* з проективним покриттям 80–90%.

Рослини вільно плаваючі з довгими тонкими стеблами (до 1 м завдовжки). Листки розміщені в зближених кільцях, 3–4 вилчато-розсічені, ниткоподібні, м'які, світло-зеленого кольору, у нижньому придонному шарі – коричнюваті (рис. 2). Для цього виду характерне як вегетативне, так і генеративне розмноження насінням [12].



Рис. 1. Локалітет *S. tanaiticum* (червоний кружочок) в озерах Кінбурнського півострову

Гербарні зразки *S. tanaiticum* з району дослідження зберігаються в гербарії ОНУ імені І. І. Мечникова (MSUD).

Досліджувані озера знаходилися біля села Покровське (хутір Римби) в 30–40 м від узбережжя Дніпровського лиману. Озера ізольовані, вони поповнюються прісною водою лише при високому рівні весняних повеневих вод з Дніпро-Бузького лиману.

В інші пори року вони підсихають, їх площа зменшується, а солоність збільшується. Береги озер були порослі невисоким очеретом (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. та осоками (*Carex sp.*). По їх акваторії також траплялися окремі куртини осок та півників болотних (*Iris pseudacorus* L.). На дні спостерігалися помітні відклади мулу (до 0,2–0,3 м). Глибина озер становила приблизно 0,2–0,4 м. Площі озер дорівнювали 0,14 та 0,24 га відповідно, їх координати N46,536179, E31,590760. Солоність води в озерах досягала 5,23‰.

Досліджувані озера це частина сучасних ландшафтів Кінбурнського півострову, які склалися в результаті зміщення русла древнього Дніпра і утворення на його місці піщаної коси.

Геологічні і унікальні біотичні комплекси Кінбурнської коси представляють значну наукову цінність, а тому для їх збереження у 2008 р. тут був створений Національний природний парк «Білобережжя Святослава». Фактично парк почав функціонувати лише з 2012 р. [9].



Рис. 2. Зовнішній вигляд *C. tanaitsicum*: фрагмент стебла з кільцями листків

Кінбурнська коса (півострів) це дивовижна природна арена древнього Дніпра, довжиною 40 км зі сходу на захід, шириною до 10 км на сході і звужується до 1 м – на заході. Основну роль у формуванні тіла Кінбурнської коси відіграють породи четвертинного часу, а саме алювіальні відклади другої (удайсько – вітачевської) надзаплавної тераси Дніпра, та сучасні голоценові відклади [2, 3]. Алювіальні відклади представлені глинами, пісками, алевритами, часто з рінню та гравієм. Потужність від 3 до 25 м. За даними визначень відносного віку (термолюмінесцентним методом) верхньої частини алювію у східній частині шельфу та на Кінбурнському півострові він складає 87,0–87,4 тис. років. Озерно-болотні голоценові відклади мають локальний розвиток. На Кінбурнській косі залягають безпосередньо на поверхні, або на дні озер. Представлені, частіше, пісками та мулами, рідше – торфом.

Півострів має піщані і супіщано-глинисті ґрунти. Піски з дуже низькою протирозійною стійкістю, а тому чутливі до дефляції, водної ерозії і абразії. Вони формують підвищення-кучугури. Між ними в пониженнях ґрунтові води виходять на денну поверхню, утворюючи озера. Піщаний горбинно-понижений рельєф півострову зумовив значну різноманітність екотопів з високим екосистемним біорізноманіттям. Домінуюча роль тут належить гідрогенному типу біотопів у вигляді озер та проток, які їх з'єднують. Озера різного розміру і глибини, вода в них як прісна, солонувата так і солоня. Більшість з них мають зв'язок або з Дніпровським лиманом, або з Ягорлицькою затокою чи Чорним морем. Озера оконтурені прибережно-водними заростями із *Phragmites australis* (Cav.)

Trin. ex Steud., а подекуди із куртинами *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla. Всього на Кінбурнському півострові налічується від 888 до 400 озер. Навесні їх число максимальне, а до осені, внаслідок пересихання – мінімальне. Загальна площа озер тут становить понад 15 км². До складу НПП включено близько 300 озер. В цілому флора парку налічує понад 600 видів рослин, з них 24 – занесені до Червоної книги України [10]. Рослинні угруповання формацій *Betula borysthena* і *Stipeta borysthena* включені до Зеленої книги України [6].

Зважаючи на те, що досліджувані озера Кінбурнського півострову пов'язані з Дніпровським лиманом, то виявлені в них нові місцезростання *C. tanaiticum* являють собою єдину регіональну популяцію південно-західної межі ареалу цього виду. В екологічному відношенні місцезростання *C. tanaiticum* відповідає відомим біотопам виду [7], а саме: це – мало зарослі евтрофні водойми, влітку значно пересихаючі, з мулистими донними відкладеннями. Вважають, що фітоценози за участі цього виду є індикаторами чистих водойм [1].

Отже, виявлене нове місцезростання *C. tanaiticum* у внутрішніх озерах Кінбурнської коси надає їм созологічну цінність. Ці локальні популяції рідкісного виду представляють інтерес для вивчення еколого-біологічних особливостей *C. tanaiticum* і слугують джерелом діаспор для відтворення його популяцій в інших водоймах регіону.

Знайдені локалітети *C. tanaiticum* охороняються на території національного природного парку «Білобережжя Святослава». Основними заходами збереження виду є забезпечення достатньої водності озер шляхом підтримання в належному стані проток, що з'єднують їх з Дніпровським лиманом. Вид має науковий і созологічний статус [7], а тому його рекомендують до включення в наступне видання Червоної книги України з метою подальшого збереження і охорони.

Список використаної літератури

1. Барановский Б. О. Распространение видов рода *Ceratophyllum* в водоемах разной степени антропогенной трансформации / Б. О. Барановский, А. О. Александрова // Проблемы лісової рекультивації порушених земель України: Тези доповідей міжнар. конф. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2006. – С. 75–78.
2. Геология шельфа СССР. Лиманы. – К.: Наук. думка, 1984. – 176 с.
3. Гожик П. Ф. Строение и условия формирования позднеплейстоценового аллювия в низовьях рек Причерноморья. Материалы по изучению четвертичного периода на территории Украины / П. Ф. Гожик. – К.: Наук. думка, 1982. – 235 с.
4. Дубина Д. В. *Ceratophyllum tanaiticum* Sapj. на Україні / Д. В. Дубина, Г. А. Чорна, Е. В. Боримська // Укр. ботан. журн. – 1985. – Т. 42, № 1. – С. 56–61.
5. Дубина Д. В. Макрофиты-индикаторы изменений природой среды / Д. В. Дубина, С. М. Стойко, К. М. Сытник. – Киев: Наук. думка, 1993. – 434 с.
6. Зелена книга України / під заг. ред. Я. П. Дідуха. – Київ: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
7. Смоляр Н. О. До поширення *Ceratophyllum tanaiticum* (Ceratophyllaceae) в басейні Нижньої Сули / Н. О. Смоляр, С. Ю. Смаглюк., В. Л. Шевчик, В. А. Соломаха, І. В. Соломаха // Рідкісні рослини і гриби України та прилеглих територій: реалізація природоохоронних стратегій: матер. IV Міжнар. конф. (16–20 травня 2016 р., Київ). – Київ, 2016. – С. 138–140.
8. Ткаченко Ф. П. Многолетние изменения макрофитобентоса Днепровского и Бугского лиманов Черного моря / Ф. П. Ткаченко // Вісн. ХНАУ. Серія біологія. 2004. – Т. 2, вип. 5. – С. 7–14.
9. Чаус В. Б. Історія та проблеми створення, початку функціонування Національного природного парку «Білобережжя Святослава» на Кінбурнській косі / В. Б. Чаус, Ю. І. Козловський // Заповідна справа

- у Степовій зні України: Пр. Всеукр. наук.-практ. конф. (с. Урзуф, 14–15 бер. 2017 р.).– Київ, 2017.– Т. 1, вип. 2.– С. 79–87.
10. Червона книга України. Рослинний світ / Відп. ред. Я. П. Дідух – К.: Глобалконсалтинг, 2009.– 601 с
 11. Чорна Г. А. Флора водойм і боліт Лісостепу України Судинні рослини / Г. А. Чорна. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006.– 187 с.
 12. Шевчик В. Л. *Ceratophyllum tanaiticum* (Ceratophyllaceae) в озерах дельти р. Сугії (Середнє Придніпров'я) / В. Л. Шевчик, В. І. Соломаха, В. А. Соломаха // Укр. ботан. журн.– 2017.– Т. 74, № 4.– С. 355–359.
 13. Walters K.S. IUCN Red List of threatened plants / K.S. Walters, H.J. Gillet.– IUCN, Gland & The World Conservation Union, Cambridge, 1998.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2022

Ф. П. Ткаченко¹, Є. О. Касьянов²

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
біологічний факультет, кафедра ботаніки, вул. Дворянська, 2,
Одеса, 65082, Україна, e-mail: tvf@ukr.net

² Національний природний парк «Білобережжя Святослава»,
Миколаївська обл., м. Очаків, Україна, e-mail: naukabs@ukr.net

CERATOPHYLLUM TANAITICUM (CERATOPHYLLACEAE) В ОЗЕРАХ КІНБУРНЬСЬКОЇ КОСИ (НПП «БІЛОБЕРЕЖЖЯ СВЯТОСЛАВА»)

Резюме

Актуальність. Зважаючи на рідкісність *Ceratophyllum tanaiticum* та наявності загрози існуванню його популяцій, важливим є виявлення нових місцезростань цієї рослини і їх охорона.

Мета. Провести флористичні дослідження водних екосистем НПП «Білобережжя Святослава» і охарактеризувати нове місцезнаходження *C. tanaiticum*.

Методи. Місцезнаходження виявлено при обстеженні маршрутним методом двох безіменних озер Кінбурнської коси поблизу узбережжя Дніпровського лиману. Визначення цієї водної рослини здійснено за Визначником рослин України.

Результати. Нове місцезнаходження *C. tanaiticum* було зазначено у двох солонуватоводних безіменних озерах Кінбурнської коси на території НПП «Білобережжя Святослава». Воно відповідало описаним в літературі біотопам, характерним для цього виду. Отримані результати розширюють інформацію про розповсюдження *C. tanaiticum* в Україні.

Ключові слова: рідкісний вид; Кінбурнська коса; Україна; національний природний парк «Білобережжя Святослава»

F. P. Tkachenko¹, E. O. Kasianov²

¹Odesa National Mechnykov University, Department of Botany,
2 Dvorianska Str, Odesa, 65082, Ukraine, e-mail: tvf@ukr.net

²National Nature Park «Biloberezhzhia Sviatoslava», Mykolaiv region, Ochakiv,
Ukraine, e-mail: naukabs@ukr.net

CERATOPHYLLUM TANAITICUM (CERATOPHYLLACEAE) IN LAKES OF KINBURN PENINSULA (NNP “BILOBEREZHZHIA SVIATOSLAVA”)

Abstract

Problem. Taking into account rare occurrence of *Ceratophyllum tanaiticum*, present threat to the existence of its populations, it is very important to detect new locations of the plants and to protect them.

Aim. To conduct floristic investigations of water ecosystems of NNP “Biloberezhzhia Sviatoslava” and to give characteristics to a new location of *C. tanaiticum*.

Methods. The location was detected after the examination by route method of two nameless lakes of Kinburn peninsula near the shore of the Dnieper estuary. Determination of this water plant was conducted by Determinant of Plants of Ukraine.

Results. A new locality of *C. tanaiticum* was detected in two brackish-water nameless lakes of Kinburn peninsula on the territory of NNP “Biloberezhzhia Sviatoslava”. It was in compliance with the described in the literature biotopes characteristic for the species. The obtained results expand the information about the spread of *C. Tanaiticum* in Ukraine.

Key words: rare species; Kinburn peninsula; Ukraine; National Nature Park “Biloberezhzhia Sviatoslava”.

References

1. Baranovskyi B.O., Aleksandrova A.O. (2006) Spread species of genus *Ceratophyllum* in basins of different degree of antropogenic transformation In: Problemy lisovoi rekultivatsii porushenykh zemel Ukrainy: tezy dopovidey mizhnar.konf., Dnipropetrovsk: Vyd-vo Dnipropetrov. Nats. Univ., pp. 75–78
2. Geology of shelf USSR. Estuary (1984), K.: Nauk. Dumka, 176 p.
3. Gozhik P.F. (1982) Composition and condition of forming latepleistocene alluvium in the lower reaches of rivers near Black Sea. Materials at investigation Quaternary period on territory of Ukraine. K.: Nauk. dumka, 235 p.
4. Dubina D.V., Chorna G.A., Borymska E.V. (1985) *Ceratophyllum tanaiticum* Sapjega in Ukraine, *Ukr. botan. journ.*, V. 42, № 1. pp. 56–61.
5. Dubina D.V., Stoiko C.M., Citnyk K.M. et al. (1993) Macrophytes-indicators of changes in environmental, K.: Nauk. dumka, 434 p.
6. Green book of Ukraine (2009), under gen. red. Ya. P. Diduch, K.: Alterpress., 448 p.
7. Smoliar N.O., Smagluk O. Yu., Shevchik V.L., Solomacha V.A., Solomacha I.V. (2016) At spread *Ceratophyllum tanaiticum* (Ceratophyllaceae) in basin of lower reaches of Sula, *Rare plants and mushrooms of Ukraine and adjacent territories: realization of nature save strategy: mat. IV Internat. conf.* (16–20 May 2016 y., Kyiv), pp. 138–140.
8. Tkachenko F.P. (2004) Many-years change of macrophytobenthos of Dnipro and Bug estuaries of Black Sea, *Gerald. KhNAU. Ser. Biology*, V2, N5. pp. 7–14.
9. Chaus V.B., Kozlovskiy Yu.I. (2017) History and problems foundation, beginning, functioning of National nature park «Biloberezhzhia Sviatoslava» on Kinburn peninsula, *Reserve affair in Steppe zone of Ukraine: Works. Allukr. scient.-pract. conf. (v. Urzuf, 14–15 March. 2017 y.)*, Kyiv, V. 1, Iss. 2, pp. 79–87.
10. Red book of Ukraine (2009). Plant world, Under ed. Ya. P. Diduch, Kyiv: Globalconsalting, 601 p.
11. Chorna G.A. (2006) Flora of reservoirs and swamps Forest-steppe of Ukraine. Vascular plants, K.: Fitosociocentr, 187 p.
12. Shevchik V.L., Solomacha V.A., Solomacha I.V. (2017) *Ceratophyllum tanaiticum* (Ceratophyllaceae) in lakes lower reaches of r. Supiy (Middle part of Dnipro). *Ukr. botan. journ.*, V. 74, № 4, pp. 355–359.
13. Walters K.S., Gillet H.J. (1998) IUCN Red List of threatened plants. – IUCN, Gland & The World Conservation Union, Cambridge.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

1. ПРОФІЛЬ ЖУРНАЛУ

1.1. «Вісник Одеського національного університету. Біологія» здійснює такі публікації:

1. Наукові статті.
2. Короткі повідомлення.
3. Матеріали конференцій.
4. Рецензії.
5. Матеріали з історії науки та університету.

1.2. У певному конкретному випуску один автор має право надрукувати тільки одну самостійну статтю.

1.3. Мова видання – українська, англійська.

1.4. До редакції «Вісника...» подається відредагований і погоджений з редколегією текст статті, записаної на електронному носії у форматі *.doc (гарнітура Times New Roman (Суг), кегль 14, відстань між рядками 1,5 інтервали; поля: ліве – 2,5 см, праве – 1,5 см, верхнє – 2 см, нижнє – 2 см), набраний без застосування функції «Розстановка переносів» та два екземпляри «роздруківки» з неї.

Резюме двома додатковими мовами (зразок оформлення публікації наведено наприкінці Правил).

Рекомендація кафедри або наукової установи до друку.

2. ПІДГОТОВКА СТАТТІ – ОБОВ'ЯЗКОВІ СКЛАДОВІ

Оригінальна стаття має включати:

2.1. Вступ, в якому обговорюють актуальність проблеми, формулюють мету та основні завдання дослідження.

2.2. Матеріали і методи дослідження.

2.3. Результати досліджень та їх обговорення.

2.4. Висновки.

2.5. Список використаної літератури.

2.6. Резюме подається українською та англійською мовами

2.7. Ключові слова.

3. ОФОРМЛЕННЯ РУКОПИСУ, ОБСЯГ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА РОЗТАШУВАННЯ ОБОВ'ЯЗКОВИХ СКЛАДОВИХ СТАТТІ

3.1. Обсяг рукопису наукової статті (з урахуванням малюнків, таблиць і підписів до них, резюме, списку літератури) – 10–18 сторінок друкованого тексту, оглядів – до 25 сторінок, коротких повідомлень – до 2–6 сторінок. Рукописи більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редколегією.

3.2. Послідовність друкування окремих складових наукової статті має бути такою:

1. УДК – в лівому верхньому кутку першого аркуша.
2. Прізвище та ініціали автора (авторів) мовою статті, вчений ступінь та посада.
3. Назва наукової установи (в тому числі відділу, кафедри, де виконано працю).
4. Повна поштова адреса (за міжнародним стандартом).
5. Назва статті. Вона повинна точно відбивати зміст праці, бути короткою (в межах 9–12 повнозначних слів), містити ключові слова.
6. Анотація мовою оригіналу друкується перед початком статті з відступом 20 мм від лівого поля. Містить не більше 50 повнозначних слів і передує (окремим абзацом) основному тексту статті.
7. Під анотацією друкуються ключові слова, які відокремлюються крапкою з комою.
8. Далі йде текст статті, що включає основні змістові розділи, список використаної літератури.
9. Таблиці та малюнки разом з підписами та необхідними поясненнями до них розміщуються у тексті статті, після першого згадування про них у тексті.
10. На окремому аркуші подаються резюме (українською та англійською мовами), оформлених таким чином: прізвище та ініціали автора (авторів), назва наукової установи, повна поштова адреса установи, назва статті, слово «Резюме» (Abstract), текст резюме, ключові слова. Резюме повинне бути зрозумілим без звертання до самої публікації включати актуальність проблеми, мету, методи дослідження, основні результати дослідження, висновки та конкретні пропозиції автора. Об'єм резюме 250–280 слів. Додатково: телефон та електронна адреса (e-mail) для співпраці з авторами, ідентифікатор ORCID авторів.
З основними вимогами до «Резюме» можна ознайомитись на сайті <http://visbio.onu.edu.ua/about/submissions#authorGuidelines>.
11. Стаття повинна бути підписана автором (авторами).

4. МОВНЕ ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ: ТЕРМІНОЛОГІЯ. УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ, ПОСИЛАННЯ. ТАБЛИЦІ, СХЕМИ, МАЛЮНКИ

4.1. Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, за правильну українську наукову термінологію (її слід звіряти за фаховими термінологічними словниками).

4.2. Латинські біологічні терміни (назви видів, родів) подаються обов'язково латиницею і курсивом. За першого вживання латинської назви у дужках слід обов'язково подати український відповідник назви.

4.3. Якщо часто повторювані у тексті словосполучення автор вважає за потрібне скоротити, то такі аббревіатури за першого вживання наводять у дужках. Наприклад, селекційно-генетичний інститут (далі СГІ).

4.4. Посилання на літературу подаються у тексті статті, обов'язково у квадратних дужках, цифрами. Цифра в дужках позначає номер праці у «Списку використаної літератури». Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за ГОСТ 7.1:2006.

4.5. Цифровий матеріал, по можливості, слід зводити у таблиці і не дублювати у тексті. Таблиці повинні бути компактними, мати порядковий номер; графи, колонки мають бути точно визначеними логічно і графічно. Цифровий матеріал таблиць повинен бути оброблений статистично. Матеріал таблиць (як і малюнків) повинен бути зрозумілим незалежно від тексту статті. При об'єднанні декількох рисунків або фотографій в один рисунок рекомендується позначати кожен з них прописними літерами знизу.

4.6. Рисунки виконуються у програмі «Діаграма Microsoft Excel» та вставляються у текст. Кожна крива на рисунку повинна мати номер, зміст кривих пояснюється у підписах під рисунком. На осях абсцис і ординат рисунка зазначається лише величина, що вимірюється, і розмірність в одиницях СІ (% , мм, г і т.п.). Математичні (хімічні) формули виконуються засобами внутрішнього редактора формул «Microsoft Equal» і, при потребі, нумеруються.

4.7. У розділі «Результати досліджень та їх обговорення» необхідно викласти виявлені ефекти, а також причинно-результативні зв'язки між встановленими ефектами, порівняти отриману інформацію з даними літератури і наголосити на виявлених нових даних. При аналізі слід посилалися на ілюстративний матеріал статті. Аналіз має закінчуватися відповіддю на питання, поставлені у вступі. При викладі результатів слід уникати повторення змісту таблиць та рисунків, а звертати увагу на найважливіші факти та певні закономірності, що з них випливають.

4.8. Редколегія має право редагувати текст статей, рисунків та підписів до них, погоджуючи відредагований варіант з автором, а також відхиляти рукописи, якщо вони не відповідають вимогам «Вісника ОНУ. Біологія». Рукописи статей, що прийняті до публікування, авторам не повертаються.

5. ЛІТЕРАТУРА

Список літератури друкується мовою оригіналу відповідної праці. Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за ГОСТ 7.1:2006. Автор (автори) повинні посилатися на сучасну (останнє десятиріччя) літературу. У статтях при наявності обов'язково вказувати цифровий ідентифікатор об'єкта (Digital Object Identifier, або doi).

Додатково у електронному варіанті необхідно додати References оформлений згідно міжнародним стандартам за гарвардським стилем (BSI) на англійській мові. При оформленні українськомовного або російськомовного джерела іншою мовою після переведення джерела в [квадратних дужках] вказується транслітерування вихідного. Детальну інформацію та приклади можна отримати на сайті <http://visbio.onu.edu.ua/about/submissions#authorGuidelines>.

Приклади бібліографічних описань

Книги, монографії, атласи, словники

1. Горячковский А. М. Клиническая биохимия в лабораторной диагностике: [справочное пособие] / А. М. Горячковский. – Одесса: Екологія, 2005. – 616 с.
2. Медицинская микробиология: учебник для ВУЗов / под ред. В. И. Покровского. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. – 786 с.
3. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. – К.: Наукова думка, 1987. – 548 с.
4. Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті: посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. – 2-ге вид, розшир, та доповн. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. – 218с.
5. Українсько-німецький тематичний словник / [уклад. Н. Яцко та ін.]. – К.: Карпенко, 2007. – 219 с.

Статті із журналів

1. Писаренко В. М. Посухи в контексті змін клімату України / В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко, О. О. Горб, Т. О. Чайка // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2019. – №. 1. – С. 134-146. doi 10.31210/visnyk2019.01.15.
2. Топтиков В. А. Генетико-биохимические особенности мутантных линий сои / В. А. Топтиков, Д. А. Жарикова, Г. А. Чеботарь, И. В. Темченко // Вісник ОНУ. Біологія. – 2018. – Т. 22, Вип. 2 (44). – С. 73–94. doi 10.18524/2077-1746.2018.2(43).147013.
3. Duan H. Effects of drought stress on growth and development of wheat seedlings / H. Duan, Y. Zhu, J. Li, W. Ding, H. Wang, L. Jiang, Y. Zhou // International Journal of Agriculture and Biology. – 2017. – V. 19, №. 5. – P. 1119-1124. doi: 10.17957/IJAB/15.0393.

Збірки

1. Спектр тканевых карбоксиэстераз в онтогенезе суслика крапчатого (*Spermophilus suslicus* Guld.) / А. М. Андриевский, Ю. Н. Олейник, В. А. Кучеров, А. С. Асманская // Генетика в современном обществе: науч. конф., 3–5 окт. 2004 г.: тезисы докл. – Харьков, 2004. – С. 12.
2. Селекция *in vitro* генотипов пшеницы с комплексной устойчивостью к фузариозу злаков / Е. А. Клечковская, С. А. Игнатова, А. И. Слепченко и др. // Биология клеток растений *in vitro*, биотехнология и сохранение генофонда: VII междунар. симп.: труды. – Москва, 2001. – С. 372.
3. Cell transfer and Interferon Studies / J. C. De Man, M. Rogosa, M. E. Sharpe // Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology, 17–21 May 2004: proc. of conf, Quebec, 2004. – P. 31.

Дисертації, автореферати дисертації

1. Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня, канд. біол. наук: 03.00.04 «Біохімія» / О. О. Оляник. – К., 2007. – 17 с.
2. Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: дис... канд. біол. наук: 03.00.04 / Олексій Олексійович Орляник. – Київ, 2007. – 117 с.

Депоновані наукові роботи, патенти, авторські свідоцтва

1. Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова. – Севастополь: Деп. в ВИНТИ 11.07.91 г., № 2981. – В91, 1991. – 28 с.
2. Пат. 108514 Україна, № u201512317 на корисну модель. Спосіб отримання ліній рису / Шестопа О. Л., Замбриборщ І. С., Шпак Д. В.; Заявл. 14.12.2015 ; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 5 с.

Приклади бібліографічних описань за BSI

Книги

1. Horiachkovskii A. M. (2005) *Clinical Biochemistry in laboratory diagnostics* [Klinicheskaiia biokhimiia v laboratornoi diahnostike], Odessa: Ecology, 616 p.
2. Dobrochaeva D. N., Kotov M. I., Prokudin Yu. N. (1987) *The determinant of higher plants of Ukraine* [Opredelitel visshih rastenii Ukrainy], Kiev, 548 p

Книги під редакцією

1. Pozdeev O. K. (2002) *Medical microbiology: a textbook for high schools*. In editor: Pokrovskiy V. I. [Meditsinskaia microbiologhiia: uchebnik dlia VUZ], Moskva: GEOTAR-MED, 786 p.

Статті, збірки

1. Andrievskii A. M., Katanenko S. V., Totskii V. N. (1982) «*Developmental features peptidgidrolazy activity of extracts of tissues Drosophila melanogaster*» [«Ontoheneticheskie osobennosti peptidhidrolazonoi aktivnosti ekstraktov tkanei *Drosophila melanogaster*»], *Ukr. biochemistri J*, No 54, 5, pp 519–524.
2. Klechkovskaia E. A., Ihnatova C. A., Slepchenko A. I. (2010) «*Selection of in vitro wheat genotypes with complex resistance to fusarium cereals*», *Biology of plant cells in vitro, biotechnology and the preservation of the gene pool, VII International Symposium* [«Selektsiia in vitro henotipov pshenitsi s kompleksnoi ustoichivostiu k fuzariozu zlakov» *Biologhiia kletok rastenii in vitro, biotekhnologhiia i sokhranenie henofonda*], Moscow, p 372.
3. De Man J. C. (2004) «*Cell transfer and Interferon Studies*», Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology, 17–21 May 2004: proc. of conf, Quebec, P. 31.

Дисертації, автореферати

1. Oliarnyk O. O. (2007) The study of lipid peroxidation and activity of antioxidant enzymes in diabetes [Doslidzhennia protsessiv perekysnoho okyslennia lipidiv ta aktyvnosti fermentiv antyoksydantnoho zakhystu pry tsukrovomu diabeti. dis....kand. biol. nauk], Kiev, 117 p.

6. ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ПУБЛІКАЦІЇ

О. Л. Шестопад¹, к.б.н., провідний науковий співробітник

І. С. Замбріборш¹, к.б.н., завідувачка лабораторією

Д. В. Шпак², зав. відділом селекції

Т. Г. Алексєєва³, к.б.н., доцент

О. А. Афіногенов¹, інженер

¹Селекційно-генетичний інститут–Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення,

Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна,

e-mail:izambriborsh@gmail.com

²Інститут рису Української академії аграрних наук,

с. Антонівка, Скадовський р-н, Херсонська обл., 75705, Україна

³Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

ОЦІНКА РЕГЕНЕРАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІБРИДНОГО МАТЕРІАЛУ РИСУ ПОСІВНОГО (*ORYZA SATIVA* L.)

Проведено тестування гаплопродукційного потенціалу у культурах пиляків п'яти гібридних популяцій F₃ рису *Oryza sativa* L. До культури *in vitro* було введено 30944 пиляків п'яти генотипів. Шляхом андрогенезу в культурі пиляків рису отримано 6542 новоутворень ($21,14 \pm 0,23$ в середньому на 100 пиляків), які регенерували 539 зелених рослин ($1,74 \pm 0,07$ в середньому на 100 пиляків). Найбільший регенераційний потенціал в культурі пиляків виявили у рослин гібридної популяції F₃ Labelle/Малиш ($2,90 \pm 0,17$). На сучасний момент на етапі колосіння дорощуються 193 рослини-регенеранта (35,8 %).

Ключові слова: рис; андрогенез *in vitro*; калюс; регенерація.

... Текст вступу до статті

Матеріали та методи досліджень

Текст матеріалів та методів роботи

Результати та їх обговорення

Висновки

Список використаної літератури

7. ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ РЕЗЮМЕ

**O. L. Shestopal¹, I. S. Zambriborshch¹, D. V. Shpak², T. G. Aliksieieva³,
O. A. Afinogenov¹**

¹Plant Breeding & Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation

Ukraine, 65036, Odesa, Ovidiopolska road 3, e-mail: izambriborsh@gmail.com

²Rice Research Institute at Ukrainian Academy of Agrarian Sciences

Ukraine, 75705, Kherson region, Skadovsk district, Antonovka village,

³Odesa Mechnykov National University, Department of Genetics and Molecular Biology, 2, Dvoranska Street, Odesa, 65082, Ukraine

EVALUATION OF REGENERATION POTENTIAL OF RICE (*ORYZA SATIVA* L.) HYBRID MATERIAL

Abstract

Introduction. *In vitro* anther culture is an important source of linear material propagation for efficient breeding of rice (*Oryza sativa* L.), in particular due to the reduction of reproduction cycles and the production of homozygous plants. Given the strong variation in the regenerative ability of microspores in different hybrid combinations, it is desirable to cover the maximum number of combinations of hybrids of different generations.

Aim. Evaluation of the haploproduction ability of microspores of promising breeding samples of rice.

Methods. The anthers of five promising hybrid F₃ populations obtained at the Rice Institute (Skadovsk) as a result of hybridization of carriers of various resistance genes to pyriculariosis were used. The inflorescences with microspores at the mid-late stage of development were cut and pretreated for sterilization; the isolated anthers were explanted in Petri dishes on a solid nutrient medium and cultured in the dark until neoplasms were obtained, after which they were transplanted (stage I – after 4-5 weeks). The next transplant event (II stage – after 7-8 weeks) and further cultivation was carried out under lighting to obtain green regenerants.

Results. The high sensitivity to *in vitro* cultivation conditions was shown for five combinations of F₃ rice hybrids. The rate of neoplasm formation varied from 6.4 % (Sirio / YiP4970) to 35 % (Sirio / Marshal). The ability to regenerate in the obtained neoplasms also varied greatly, since most of them were only capable of rhizogenesis, without forming shoots and leaves. Nevertheless, the regenerant plants were obtained for each hybrid combination and the proportion of albinos among the total number of regenerants was relatively small. On average about 40 % of the regenerants obtained in the culture die at the critical stage of adaptation of regenerated plants to *ex vitro* conditions; approximately the same number of plants die during the growing process, being unable to give seed generation.

Conclusions. The most productive from the point of view of plant formation adapted to *ex vitro* conditions was the hybrid population F₃ Labelle / Malish (101 adult plants),

and the least productive was Sirio / YiP4970 (5 adult plants) among the studied combinations. Thus, by androgenesis in anther culture, 336 plants adapted to *ex vitro* conditions were obtained. At the moment, 193 plants are at the earing stage, which is 35.81 % of the total number of green regenerants obtained in the culture.

Key words: rice, androgenesis *in vitro*, callus, regeneration

**О. Л. Шестопа́л¹, І. С. За́мбри́борщ¹, Д. В. Шпа́к², Т. Г. Алексе́єва³,
О. А. Афіно́генов¹**

¹Селекційно-генетичний інститут–Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна, e-mail: izambriborsh@gmail.com

²Інститут рису Української академії аграрних наук, с. Антонівка, Скадовський р-н, Херсонська обл., 75705, Україна

³Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

ОЦІНКА РЕГЕНЕРАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІБРИДНОГО МАТЕРІАЛУ РИСУ ПОСІВНОГО (*ORYZA SATIVA* L.)

Резюме

Проблема. Культура пиляків *in vitro* є найважливішим джерелом лінійного матеріалу для проведення ефективних селекційних робіт зі створення поліпшених сортів рослин, зокрема рису (*Oryza sativa* L.), завдяки скороченню циклів розмноження і отриманню повноцінних гомозиготних рослин. З урахуванням сильного варіювання показників регенераційної здатності мікроспор в різних гібридних комбінаціях бажано охоплювати максимальну кількість комбінацій гібридів різних поколінь.

Мета. Оцінка гаплопродукційної здатності мікроспор перспективних селекційних зразків рису посівного.

Методика. Використовували пиляки п'яти перспективних гібридних популяцій F₃, отриманих в Інституті рису (м. Скадовськ) в результаті гібридизації носіїв різних генів стійкості до збудника пірікуляріоза. Зрізані суцвіття з мікроспорами на середньо-пізній стадії розвитку піддавали передобробці, стерилізували; виділені пиляки експлантували у чашки Петрі на тверде живильне середовище і культивували у темряві до отримання новоутворень, після чого пересаджували (І етап – через 4–5 тижнів). Наступну пересадку (ІІ етап – через 7–8 тижнів) і подальше культивування проводили при освітленні для отримання зелених регенерантів.

Основні результати. Для п'яти використаних комбінацій гібридів F₃ рису показана висока чутливість до умов культивування *in vitro*. Так, показник формуван-

ня новоутворень варіював від 6,4 % (Sirio / УіР4970) до 35 % (Sirio / Маршал). Здатність до регенерації у отриманих новоутворень також сильно варіювала, так як більша частина їх була здатна лише до ризогенезу, не утворюючи пагони і листя. Проте, для кожної гібридної комбінації були отримані рослини-регенеранти, причому частка альбіносів серед загального числа регенерантів була порівняно невелика. На критичному етапі адаптації рослин-регенерантів до умов *ex vitro* в середньому гине близько 40% отриманих в культурі регенерантів; приблизно така ж кількість рослин гине в процесі дорощування, виявляючись нездатними до продукції насіннєвого покоління.

Висновки. Серед вивчених комбінацій найбільш продуктивною з погляду формування рослин, адаптованих до умов *ex vitro* виявилася гібридна популяція F_3 Labelle / Малиш (101 доросла рослина), а найменш продуктивною Sirio / УіР4970 (5 дорослих рослин). Таким чином шляхом андрогенеза в культурі пиляків було отримано 336 рослин, адаптованих до умов *ex vitro*; на даний момент на етапі колосіння знаходиться 193 рослини, що становить 35,81 % від загальної кількості отриманих в культурі зелених регенерантів.

Ключові слова: рис; андрогенез *in vitro*; калюс; регенерація.

Підписано до друку 26.06.2022 р. Формат 70×108/16. Ум. друк. арк. 13,39.
Тираж 50 прим. Зам. № 2474.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39
e-mail: druk@onu.edu.ua