

**Науковий вісник  
Ужгородського університету**

**СЕРІЯ Біологія**  
**ВИПУСК 55 (2023)**

Видається з 1994 року



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2023

ISSN 2075-0846

Науковий вісник Ужгородського університету.

Серія: Біологія. – 2023. – Випуск 55. – 96 с.

**Головний редактор:** Олексик Т.Х., доктор філософії, професор, кафедра зоології, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна.

**Заступник головного редактора:** Мірутенко В.В., к.б.н. доцент, кафедра ентомології та збереження біорізноманіття, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна.

**Відповідальний секретар:** Фурик Ю.І., к.б.н., кафедра ентомології та збереження біорізноманіття, кафедра зоології, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна.

**Науковий редактор:** Загороднюк І.В., к.б.н., с.н.с., відділ музеології та науково-технічної інформації, Національний науково-природничий музей НАН України.

#### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

Аргіропулу М.Д., PhD, Dr., доцент, кафедра зоології, Університет Аристотеля м. Салоніки, Греція.

Бойко Н.В., д.б.н., професор, кафедра медико-біологічних дисциплін, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна.

Будзанівська І.Г., д.б.н., професор, кафедра вірусології, ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського Національного університету ім. Тараса Шевченка, Україна.

Дикий І.В., к.б.н., доцент, кафедра зоології, Львівський національний університет ім. Івана Франка, Україна.

Корнеєв В.О., д.б.н., професор, чл.-кор. НАН України, відділ ентомології та наукових фондів колекцій, Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, Україна.

Меліка Ж., PhD, Dr., лабораторія діагностики здоров'я рослин і молекулярної біології, Національна Держпродспоживслужба, Угорщина.

Морозов-Леонов С.Ю., д.б.н., с.н.с., відділ еволюційно-генетичних основ систематики, Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, Україна.

Мосякін С.Л., д.б.н., професор, чл.-кор. НАН України, відділ систематики і флористики судинних рослин, Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України, Україна.

Порачова Я., PhD, Dr., професор, кафедра біології, Пряшівський університет, Словаччина.

Радченко О.Г., д.б.н., професор, відділ систематики ентомофагів та екологічних основ біометоду, Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, Україна.

Симочко Л.Ю., к.б.н., доцент, кафедра ентомології та збереження біорізноманіття, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна.

Ткач В., PhD, Dr., професор, кафедра біології, Університет Північної Дакоти, США.

**ISSN 2075-0846**

Scientific Bulletin of the Uzhhorod University.  
Series Biology. – 2023. – Issue 55. – 96 pp.

**Editor-in-Chief:** Oleksyk T.K., Doctor of Philosophy, Professor, Department of Zoology, Uzhhorod National University, Ukraine.

**Deputy Editor-in-Chief:** Mirutenko V.V., Ph.D., Assoc. Professor, Department of Entomology and Biodiversity Conservation, Uzhhorod National University, Ukraine.

**Executive Secretary:** Furyk Yu.I., Ph.D., Department of Entomology and Biodiversity Conservation, Department of Zoology, Uzhhorod National University, Ukraine.

**Scientific Editor:** Zagorodniuk I.V., Ph.D., Senior Researcher, Department of Museology and Scientific and Technical Information, National Museum of Natural History at the NAS of Ukraine, Ukraine.

**EDITORIAL BOARD:**

Argyropoulou M.D., PhD, Dr., Assist. Professor, Department of Zoology, Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

Boyko N.V., D.Sc., Professor, Department of Medical and Biological Sciences, Uzhhorod National University, Ukraine.

Budzanivska I.G., D.Sc., Professor, Department of Virology, Educational and Scientific Centre “Institute of Biology & Medicine” of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine.

Dykyy I.V., Ph.D., Assoc. Professor, Department of Zoology, Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine.

Korneyev V.A., D.Sc., Professor, Corresponding member of NAS of Ukraine, Department of Entomology and Scientific Fund Collections, I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS of Ukraine, Ukraine.

Melika G., PhD, Dr., Plant Health and Molecular Biology Laboratory, National Food Chain Safety Office of Hungary, Hungary.

Morozov-Leonov S.Yu., D.Sc., Senior Researcher, Department of Evolutionary and Genetic Bases of Systematics, I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS of Ukraine, Ukraine.

Mosyakin S.L., D.Sc., Professor, Corresponding member of NAS of Ukraine, Department of Systematics and Floristics of Vascular Plants, M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine, Ukraine.

Poracova J., PhD, Dr., Professor, Department of Biology, University of Presov in Presov, Slovak Republic.

Radchenko A.G., D.Sc., Professor, Department of the Taxonomy of Entomophagous Insects and Ecological Principles of Biocontrol, I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS of Ukraine, Ukraine.

Symochko L.Yu., Ph.D., Assoc. Professor, Department of Entomology and Biodiversity Conservation, Uzhgorod National University, Ukraine.

Tkach V., PhD, Dr., Professor, Department of Biology, University of North Dakota, USA.

**Адреса редакції:**

Пошта: вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000 Україна

Електронна адреса: [biol@uzhnu.uz.ua](mailto:biol@uzhnu.uz.ua)

Сайт: <http://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/biology>

Телефон: +38 093 006 55 68

Друкується за ухвалою Редакційно-видавничої ради ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (протокол № 7, від 14 грудня 2023 року)

Свідоцтво про Державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:  
серія КВ № 7972 від 9 жовтня 2003 р.

Верстка, редагування, макетування випуску: В.В. Мірутенко, Ю.І. Фурик

Видання «Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія» включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») зі спеціальності «091 – Біологія» відповідно до Наказу МОН України № 1309 від 25 жовтня 2023 року (додаток 4).

**Address:**

Post: 32, A. Voloshyna str., Uzhhorod, 88000 Ukraine

e-mail: [biol@uzhnu.uz.ua](mailto:biol@uzhnu.uz.ua)

Web: <http://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/biology>

Phone: +38 093 006 55 68

Certificate of state registration of the printed journal:

Series: KB No. 7972, October 9, 2003

Editing and layout of the issue: V.V. Mirutenko, Yu.I. Furyk

According to the Decree of the Ministry of Education and Science of Ukraine No 1309 (Annex 4) dated October 25, 2023, the journal is included in the List of Scientific Professional Editions of Ukraine (category “B”) on specialty “091 – Biology”.

---

---

## ЗМІСТ

---

---

<b>Бесеганич І., Гасинець Я., Кіш Р., Сойма А.</b> НАБЕРЕЖНІ МІСТА УЖГОРОДА: ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН.....	7
<b>Bronnikova L.</b> METABOLIC REACTION OF PROLINE AND ITS DISTRIBUTION IN TOBACCO PLANTS AT THE INITIAL STAGES OF DEVELOPMENT UNDER CONDITIONS OF SALT AND WATER STRESS.....	17
<b>Верба Є., Куш О.</b> ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ОСЕРДЯ В НОРМІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТИ: ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	22
<b>Волфсбергер В., Щубелка Х., Олексик О. Т., Гасинець Я., Пацкун С., Вакерич М., Кіш Р., Мірутенко В., Мірутенко В., Которачі К. А., Поп К., Неагу О., Балте К., Герман Х., Маре П., Думітра С., Папіу Г., Герменеан А., Олексик Т. К.</b> RGP: ПЛАТФОРМА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ГЕНОМНОЇ РІЗНОМАНІТНОСТІ.....	28
<b>Glotov S.</b> A REVIEW OF THE SUBFAMILY MYCETOPORINAE THOMSON, 1859 (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) IN EASTERN UKRAINE.....	34
<b>Глюдзик-Шемота М., Фельбаба-Клушина Л.</b> МОНІТОРИНГ КОРИСНИХ ОРГАНІЗМІВ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОШИРЕНИХ ШКІДНИКІВ ЗЕРНЯТКОВИХ КУЛЬТУР.....	42
<b>Пайдаркіна А., Куш О.</b> УСУЧАСНЕНИЙ ПОГЛЯД НА МОРФОЛОГІЮ ОЧЕРЕВИНИ ТА ЇЇ РЕМОДЕЛЮВАННЯ ЗА СПАЙКОВОЇ ХВОРОБИ.....	50
<b>Роман В., Скалінчан О., Мигаль А., Шарга Б., Чепур С.</b> ВПЛИВ ДУБА ЧЕРВОНОГО ( <i>QUERCUS RUBRA L.</i> ) НА ЛІСОВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ ГОЛОВНИХ ЛІСОУТВОРЮЮЧИХ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ У ЛІСОСТАНАХ БАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ Р. УЖ.....	62
<b>Салька О.</b> ОСОБЛИВІСТЬ ФОРМУВАННЯ ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ АГРОСИСТЕМ САДІВ ЯБЛУНІ ЧЕРВОНОМ'ЯСИХ СОРТІВ.....	68
<b>Сойма М.</b> СИСТЕМАТИЧНА СТРУКТУРА УРБАНОФЛОРИ УЖГОРОДА.....	75
<b>Сороковенко Р., Літвін Л.</b> ВИДОВИЙ СКЛАД ХИЖИХ ПТАХІВ НА ТЕХНОГЕННИХ ТЕРИТОРІЯХ М. ГОРІШНІ ПЛАВНІ.....	80
<b>Щубелка Х., Волфсбергер В., Олексик О. Т., Гасинець Я., Пацкун С., Вакерич М., Кіш Р., Мірутенко В., Мірутенко В., Которачі К. А., Поп К., Неагу О., Балте К., Герман Х., Маре П., Думітра С., Папіу Г., Герменеан А., Олексик Т. К.</b> БАЗА ДАНИХ ROUA.....	89

---

---

## CONTENTS

---

---

<b>Besehanych I., Hasynets Ya., Kish R., Soyma A.</b> WATERFRONTS OF THE UZHHOROD CITY: HISTORY OF CREATION AND CURRENT STATE.....	7
<b>Bronnikova L.</b> METABOLIC REACTION OF PROLINE AND ITS DISTRIBUTION IN TOBACCO PLANTS AT THE INITIAL STAGES OF DEVELOPMENT UNDER CONDITIONS OF SALT AND WATER STRESS.....	17
<b>Verba E., Kushch O.</b> STRUCTURAL FEATURES OF THE PERICARDIUM IN NORM AND EXPERIMENT: A LITERATURE REVIEW....	22
<b>Shchubelka K., Wolfsberger W., Oleksyk O. T., Hasynets Ya., Patskun S., Vakerych M., Kish R., Mirutenko V., Mirutenko VI., Cotoraci C. A., Pop C., Neagu O., Baltă C., Herman H., Mare P., Dumitra S., Papiu H., Hermenean A., Oleksyk T.</b> <i>PGP</i> : A PLATFORM FOR COMPREHENSIVE ANALYSIS OF GENOMIC DIVERSITY.....	28
<b>Glotov S.</b> A REVIEW OF THE SUBFAMILY MYCETOPORINAE THOMSON, 1859 (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) IN EASTERN UKRAINE.....	34
<b>Hliudzyk-Shemota M., Felbaba-Klushyna L.</b> MONITORING OF BENEFICIAL ORGANISMS TO LIMIT THE NUMBER OF COMMON CEREAL PESTS.....	42
<b>Paydarkina A., Kushch O.</b> A MODERN VIEW OF THE ANATOMY AND PHYSIOLOGY OF THE PERITONEUM, ITS REACTIVITY: A REVIEW .....	50
<b>Roman V., Skalinchan O., Mihaly A., Sharga B., Chepur S.</b> NORTHERN RED OAK ( <i>QUERCUS RUBRA L.</i> ) AFFECTS ON REFORESTATION PROCESSES OF THE MAIN FOREST-FORMING TREE SPECIES IN THE FOREST STANDS OF THE MIDDLE REACHES OF THE UZH RIVER BASIN.....	62
<b>Salka O.</b> FEATURE OF THE FORMATION OF ENTOMOCOMPLEX BY AGROSYSTEMS OF RED-FLESH APPLE ORCHARDS.....	68
<b>Soima M.</b> SYSTEMATIC STRUCTURE OF THE URBAN FLORA OF UZHHOROD CITY .....	75
<b>Sorokovenko R., Litvin L.</b> SPECIES COMPOSITION OF PREDATORY BIRDS IN THE TECHNOGENIC AREAS OF THE CITY OF GORISHNI PLAVNI.....	80
<b>Shchubelka K., Wolfsberger W., Oleksyk O.T., Hasynets Ya., Patskun S., Vakerych M., Kish R., Mirutenko V., Mirutenko VI., Cotoraci C.A., Pop C., Neagu O., Baltă C., Herman H., Mare P., Dumitra S., Papiu H., Hermenean A., Oleksyk T.</b> ROUA DATABASE.....	89

## НАБЕРЕЖНІ МІСТА УЖГОРОДА: ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН

Інна БЕСЕГАНИЧ, Ярослава ГАСИНЕЦЬ, Роман КІШ, Андрій СОЙМА

У роботі представлено результати вивчення історичних аспектів створення, формування та дендрологічного складу шести набережних міста Ужгорода (на лівому березі Ужа – Київська, Православна та Слов'янська, на правому – Ботанічна, Незалежності та Студентська). Описано етапи закладання кожної набережної, проаналізовано сучасний склад деревно-чагарникових насаджень та його зміни в історичному вимірі. Історія набережних міста тісно пов'язана з роботами з регулювання русла та укріплення берегів річки Уж, для якої характерні різкі регулярні коливання рівня води та періодичні досить потужні паводки, що в окремі роки набувають катастрофічних рис. Набережні Київську, Православну, Незалежності, Ботанічну та Студентську в сучасному вигляді запроєктовано та створено у 20–30-х роках минулого століття (чехословацький період історії міста Ужгорода). Слов'янську набережну створено в кінці 60-х – на початку 70-х років ХХ століття за радянського періоду. Основу деревних зелених насаджень становлять: на Православній набережній – *Sophora japonica* L., Київській набережній – *Aesculus hippocastanum* L., *Tilia cordata* Mill. та *Populus nigra* L. var. *italica*, Слов'янській набережній – *Platanus acerifolia* Willd. та *Aesculus hippocastanum*, набережній Незалежності – різні види лип, Студентській набережній – різні види лип та *Populus nigra* var. *italica*, на Ботанічній набережній до 2012 року росли дерева *Populus nigra* var. *italica*.

**Ключові слова:** річка Уж, історія Закарпаття, набережні, зелені насадження, дендрофлора.

Кафедра ботаніки, Ужгородський національний університет, вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000; e-mail: [inna.beseganych@uzhnu.edu.ua](mailto:inna.beseganych@uzhnu.edu.ua); [yaroslava.hasynets@uzhnu.edu.ua](mailto:yaroslava.hasynets@uzhnu.edu.ua); [kish.roman@student.uzhnu.edu](mailto:kish.roman@student.uzhnu.edu)

**Waterfronts of the Uzhhorod city: history of creation and current state. Besehanych I.V., Hasynets Ya.S., Kish R.Ya., Soyma A.**

The paper presents the results of the study of the historical aspects of the creation, formation and dendrological composition of six waterfronts of the Uzhhorod city (on the left bank of the Uzh river – Kyivska, Pravoslavna, and Slovianska, on the right – Botanichna, Nezalezhnosti, and Studentska). The stages of laying each waterfront are described, the modern composition of tree and shrub plantations and its changes in the historical dimension are analyzed. The history of the waterfronts of the city is closely related to the work on channel regulation and strengthening of the banks of the Uzh River, which is characterized by sharp regular fluctuations in the water level and periodic sufficiently powerful floods, which in some years take on catastrophic features. The waterfronts Kyivska, Pravoslavna, Nezalezhnosti, Botanichna, and Studentska in their modern form were designed and created in the 20s and 30s of the last century (Czechoslovak period of the history of the city of Uzhhorod). Slovianska waterfront was created in the late 60s – early 70s of the 20th century during the Soviet period. The basis of tree green plantings are: on the Pravoslavna waterfront – *Sophora japonica* L., on the Kyivska waterfront – *Aesculus hippocastanum* L., *Tilia cordata* Mill. and *Populus nigra* L. var. *italica*, Slovianska waterfront – *Platanus acerifolia* Willd. and *Aesculus hippocastanum*, Nezalezhnosti waterfront – various types of lime trees, Studentska waterfront – various types of lime trees and *Populus nigra* var. *italica*, Botanichna waterfront – until 2012, trees of *Populus nigra* var. *italica*.

**Key words:** Uzh River, history of Transcarpathia, waterfronts, green areas, dendroflora.

Department of Botany, Uzhhorod National University, 32, A. Voloshyna str., Uzhhorod, 88000;

e-mail: [inna.beseganych@uzhnu.edu.ua](mailto:inna.beseganych@uzhnu.edu.ua); [yaroslava.hasynets@uzhnu.edu.ua](mailto:yaroslava.hasynets@uzhnu.edu.ua); [kish.roman@student.uzhnu.edu](mailto:kish.roman@student.uzhnu.edu)

### Вступ

Ужгород – обласний центр України, який географічно має пограничне розташування: займає східну окраїну Притисянської (Середньодунайської) рівнини, частиною якої є Закарпатська низовина, та південні відроги Вігорлат-Гутинського вулканічного хребта Внутрішніх Карпат. Через місто зі сходу на захід протікає річка Уж, яка розділяє місто на лівобережну низовину і розміщену на південних відрогів вулканічних

пагорбів правобережну частину. Береги річки з'єднують 7 мостів: шість пішохідно-транспортних і один залізничний. У межах міста річка зберігає характер гірської і характеризується кам'янистим дном, швидкою течією та різким коливанням рівня води. Тільки на окраїні міста Уж виходить на Закарпатську низовину та набуває рис рівнинної річки. Заплава Ужа переривчаста, в межах міста обмежена дамбами, які укріплені переважно кам'яною кладкою.



Сьогодні узбережжя р. Уж у місті обрамлено набережними, частина з яких має давню історію. Ужгородські набережні, найперше створені в його центральній частині, сьогодні є справжньою окрасою міста, що надають йому неповторний, привабливий вигляд. Нині в місті нараховується шість набережних (рис. 1): на лівому березі Ужа – Православна, Київська, Слов'янська, на правому – Ботанічна, Незалежності та Студентська, загальна площа яких становить 4,23 га (рис. 1, 2).



Рис. 1. План-схема м. Ужгорода з набережними  
Fig. 1. Plan view of Uzhhorod with waterfronts



Рис. 2. Карта Ужгорода. 1930-ті роки, Ivo Masek, Czech Republic (oldUngvár in old postcard 2002)  
Fig. 2. Map of Uzhhorod. 1930s, Ivo Masek, Czech Republic (oldUngvár in old postcard 2002)

Створення набережних міста Ужгорода має тривалу історію, втім питання їх озеленення висвітлені досить фрагментарно (Sova 1937; Fodor 1956; Literati 2022b; 2022c). Тому актуальним є зведення історичних аспектів формування зелених насаджень набережних із метою збереження первинних композиційних рішень та асортименту деревно-чагарникових порід.

Запропонована робота продовжує цикл досліджень про історію формування, сучасний стан і склад зелених насаджень історичної частини міста Ужгорода (Hasynets et al. 2017; Beseganuch et al. 2020a; 2020b; 2021; 2023; Beseganuch 2023).

#### Матеріал та методика досліджень

Оцінювання видового складу деревно-чагарникових порід шести набережних Ужгорода

виконано маршрутно-польовим методом у весняно-осінній період 2022–2023 років. Методику інвентаризації насаджень детально описано в попередніх роботах (Hasynets et al. 2017).

#### Результати

#### Лівобережні набережні. Православна набережна

Православна набережна розташована між транспортним (біля Підзамкового парку) та пішохідним мостами (Рис. 1). На початку ХХ століття – з 1906 року – набережна згадується під назвою Вербний ряд, у період чехословацької республіки і до 1944 року – носить назву Палацького (на честь історика Франтішека Палацького) (Рис. 2), у радянські часи – це Московська набережна.

У ХVІІ ст. на місці набережної та прилеглих, нині забудованих територій знаходився сад володарів Ужгородського замку Другетів «Лугош» (Kobal 2003). Ця територія була заболоченою, порослою вербами та регулярно підтоплювалась водами Ужа (Рис. 3, 4). Через це її називали Вербником, або Фюзешем – від угорського слова «fűz» – «верба» (Kobal 2003; Literati 2017a).



Рис. 3. «Вербник» до будови. «Темац», 1925 (Voloshyn 2003)

Fig. 3. “Verbnyk” before construction. “Temats”, 1925 (Voloshyn 2003)

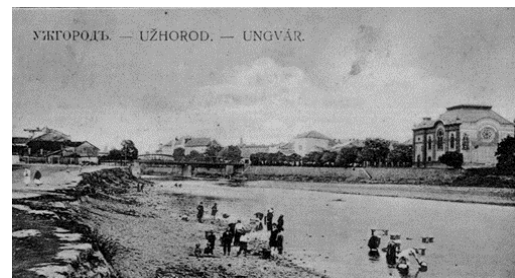


Рис. 4. Вигляд берега Ужа в районі теперішньої Православної набережної до остаточної регуляції. Ш. Балаж, 1920 (Voloshyn 2003)

Fig. 4. The view of the Uzh bank in the area of the present-day Pravoslavna waterfront before the final regulation. S. Balazs, 1920 (Voloshyn 2003)



У 1891 році місто придбало цю територію, а потім продало її городянам. Незабаром тут були закладені чудові сади, а згодом з'явилися і гарні будинки. Проте постійна загроза річкових розливів спонукала керівництво міста взятися за укріплення берега. Цьому сприяло і те, що в 1905 р. було збудовано новий металевий залізничний міст, навколо якого звели кам'яну берегову стіну. Впродовж осені 1905 і весни 1906 років солдати місцевого гарнізону провели регуляцію лівого берегу Ужа (Kobal 2003). Але остаточно проблема регулярних повеней та їх катастрофічних наслідків була вирішена після проведеної регуляції русла Ужа наприкінці 20-х років минулого століття, в результаті якої ця частина міста стала більш безпечною і пристосованою для будівництва. У ті роки набережна мала вигляд ґрунтової дороги, і дерева ще не були висаджені (Рис. 5).

На карті 1930 року ця набережна зазначена вже як набережна Палацького (Palackeho nabrezi) (Рис. 2). За даними С.С. Фодора (Fodor 1956), у 1932–1933 рр. на набережній були висаджені дерева *Sophora japonica* (Рис. 6), які збереглися до нашого часу (Рис. 6).



Рис. 5. Вигляд на набережну Палацького та Василянський монастир. 1920-ті роки (Kobal 2003)

Fig. 5. View of the Palatsky embankment and the Basilian monastery. 1920s (Kobal 2003)



Рис. 6. Вигляд на набережну Палацького (кінець 30-х – початок 40-х рр. XX ст.). (Literati 2018)

Fig. 6. View of the Palatsky waterfront (late 30s – early 40s of the 20th century). (Literati 2018)

Згідно з даними С.С. Фодора (Fodor 1956), у 50-х роках минулого століття на набережній, крім софори, росли два екземпляри *Chamaecyparis lawsoniana* (Murr.) Parl. та один *Pinus sylvestris* L. У східній частині були висаджені *Berberis thunbergii* DC., *Hibiscus syriacus* L., *Philadelphus coronarius* L., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl., *Prunus cerasifera* Ehrh. «Pissartii» та декілька кущів *Syringa vulgaris* L. З боку міста софорова алея була відмежована живою огорожею з *Ligustrum vulgare* L. У 80-ті роки XX ст. на набережній уздовж софорової алеї росли групи *Hydrangea macrophylla* DC., а місцями – жива огорожа з *Spiraea japonica* L. (Kompleksnaia ... 1982).

### Київська набережна

Православну набережну від пішохідного мосту вниз по течії Ужа продовжує Київська набережна, яка тягнеться аж до транспортного мосту ім. Т. Масарика.

Колись тут була невеличка вулиця вздовж Ужа, яка в різні часи носила різні назви: Новий ряд (1800 р.), Кушнірський ряд (у 1840-х роках сюди з Галькової площі (нині Корятовича) перенесли свої торгівельні лавки, цехи кушніри та чоботарі (Kobal 2003)), вулиця Воргошор (1880–1920), вулиця Кушнірська (20-ті роки XX ст.), Кожелузька (30-ті роки XX ст.) (Рис. 2, 7), а в 1934 році вона змінила назву на набережну Плотені (Literati 2022 б). Після Другої світової війни набережну перейменували на Київську, ця назва збереглась донині. З усіх набережних міста саме ця найбільше страждала від повеней (Рис. 8).



Рис. 7. Кожелузька вулиця (початок сучасної Київської набережної біля пішохідного мосту). 1930-ті рр. Фото С. Качурека (з фондів Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького)

Fig. 7. Kozheluzka Street (the beginning of the modern Kyivska waterfront near the pedestrian bridge). 1930s. Photo by S. Kachurek (from the collections of the Transcarpathian Regional Museum of Local Lore named after T. Lehotskyi)



Рис. 8. Вид на берег р. Уж у районі теперішньої Київської набережної до остаточної регуляції та панорама забудови набережної Незалежності. 1920-ті рр. Поштова листівка, А. Horáka (oldUngvár in old postcard 2002).

Fig. 8. The view of the Uzh river bank in the area of the present-day Kyivska waterfront before the final regulation and a panorama of the Nezalezhnosti waterfront development. 1920s. Postcard by A. Horáka (oldUngvár in old postcard 2002).

Укріплення лівого берега Ужа в районі набережної розпочалося в 70-х роках XIX ст., але його повна регуляція і надання йому сучасного вигляду відбулося лише в 1933–1934-х роках за часів Чехословацької республіки (Рис. 9, 10).



Рис. 9. Будівництво та укріплення кам'яною кладкою берега Ужа в районі сучасної Київської набережної. 1933–1934 рр. (Literati 2022b)

Fig. 9. Construction and strengthening of the Uzh bank with masonry in the area of the modern Kyivska waterfront. 1933–1934 (Literati 2022b)

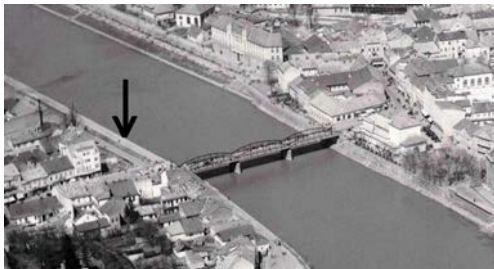


Рис. 10. Аерофотозйомка м. Ужгорода. 1930-ті рр. Стрілкою вказана набережна Плотені (нинішня Київська). (Literati 2022a).

Fig. 10. Aerial view of Uzhhorod. 1930s. The arrow points to the Ploteni waterfront (now Kyivska). (Literati 2022a)

Для озеленення цієї набережної за чехословацького періоду були використані *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata* та *Populus nigra* var. *italica* (Рис. 11), а також *Cerasus serrulata* (Lindley) G. Don та *Malus niedzwetzkyana* Dieck. Значна частина цих дерев значною мірою збереглась дотепер.

У радянські часи на Київській набережній було підсаджено різні види гіркокаштану (Рис. 12), кущі троянд, сформовано живопліт із *Ligustrum vulgare*.

У 2015 році через непередумане кронування *A. hippocastanum*, а також у результаті враження листя каштановою мінуючою міллю, окремі його дерева загинули. У 2018 році на Київській набережній було висаджено *Ginkgo biloba* L.



Рис. 11. Панорама набережної Плотені (нині Київська). 1930-ті рр. Поштова листівка, Brody és Gottlieb Kiadása (oldUngvár in old postcard 2002)

Fig. 11. Panorama of the Ploteni (now Kyivska) waterfront. 1930s. Postcard, Brody és Gottlieb Kiadása (oldUngvár in old postcard 2002)



Рис. 12. Київська набережна. 1950-ті рр. З особистого архіву проф. В. Мандрик

Fig. 12. Kyivska waterfront. 1950s. From the personal archive of Prof. V. Mandryk

### Слов'янська набережна

Нижче транспортного мосту ім. Т. Масарика на лівобережжі простягається набережна, яка сьогодні, оминаючи парк «Боздоський», тягнеться аж до нового транспортного мосту. Ця набережна спо-



чатку мала назву Дружби слов'янських народів, але з часом отримала скорочену назву – Слов'янська.

Формувалась вона окремими частинами. Першою була закладена ділянка біля новоствореного парку «Боздоський» (у різні часи за радянської влади парк носив назви «Комсомольський», «300-річчя Возз'єднання України з росією») в середині 50-тих років ХХ століття. Вздовж набережної було висаджено дерева *A. hippocastanum*.

Біля транспортного мосту ім. Т. Масарика, ще за часів його будівництва в 30-ті роки ХХ століття, було вирито котлован для відводу води з Ужа. Він зберігся до початку 60-х років минулого століття, пізніше його було засипано, а поряд збудували готель «Ужгород» та впорядкували територію на початку набережної (Рис. 13, 14).



Рис. 13. Панорама майбутньої Слов'янської набережної. 1940-і роки. Поштова листівка, Barasits, Budapest (old Ungvár in old postcard 2002)

Fig. 13. Panorama of the future Slovianska waterfront. 1940s. Postcard (Barasits, Budapest, oldUngvár in old postcard, 2002)



Рис. 14. Панорама готелю «Ужгород» та Слов'янської набережної. 1960-ті роки. (Hranchak 1973)

Fig. 14. Panorama of the Uzhhorod Hotel and Slovianska waterfront. 1960s. (Hranchak 1973)

Наприкінці 60-х – на початку 70-х років ХХ століття на набережній було висаджено дерева *Salix babylonica* L., *Platanus acerifolia*, а живою огорожею стали *Acer campestre* L., *Ligustrum vulgare*, *Deutzia scabra* Thunb., *Forsytia* × *intermedia* (Рис. 15, 16). Другий і третій ряди були пред-

ставлені *Cerasus serrulata*, *L. vulgare* і *Hibiscus syriacus*, а також *Malus niedzwetzkyana*. Ці посадки більшою частиною збереглися донині.

Терасовані ділянки Слов'янської набережної було оформлено групами *Yucca smalliana* Fern. та трояндами садовими, що збігалися за часом цвітіння і створювали мальовничий аспект (Kompleksnaia ..., 1982).



Рис. 15. Вигляд на Слов'янську набережну та панорама Ленінградської набережної (наб. Незалежності) на задньому плані. Поштова листівка (Uzhhorod: Koleksia lystivok 1968)

Fig. 15. A view of Slovianska waterfront with a panorama of Leninrada waterfront (Nezalezhnosti waterfront) in the background. Postcard (Uzhhorod: Koleksia lystivok 1968)

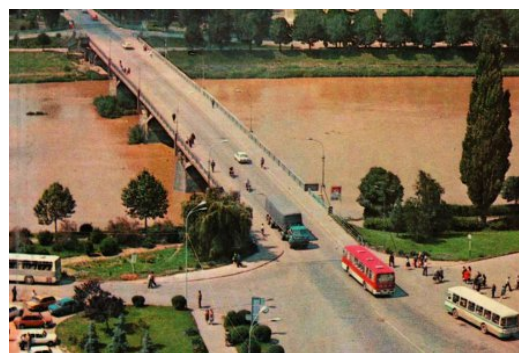


Рис. 16. Слов'янська (зліва) та Київська (справа) набережні, розділені транспортним мостом. 1970-ті роки. (UZHHOROD – UZGOROD 1981)

Fig. 16. Slovianska (left) and Kyivska (right) waterfronts separated by a transport bridge. 1970s. (UZHHOROD – UZGOROD 1981)

### Правобережні набережні. Набережна Незалежності

Набережна Незалежності розташована на дистанції між пішохідним та транспортним ім. Т. Масарика мостами. У різні роки ця набережна мала різні назви. За чехословацького періоду вона носила ім'я відомого художника Ігнаца Рошковича, який навчався і певний час проживав у м. Ужгороді. За угорського правління в жовтні

1942-го набережна була перейменована і стала називатись іменем Іштвана Горті – загиблого на війні старшого сина регента Угорського королівства Міклоша Горті (1920–1944) (Literati 2017b). У радянські часи вона спочатку носила назву Сталінградська, а далі – Ленінградська.

Історія набережної розпочалася на початку ХХ століття і тісно пов'язана з роботами з укріплення берега річки Уж. У той час на місці нинішньої набережної була коротенька вулиця, названа на честь угорського поета Дойка Габора (1769–1796) – викладача Унгарської гімназії. Будувати щось на цій вулиці було ризиковано, оскільки річка, розливаючись, затоплювала тамтешні обійстя та городи (Literati 2020a). Як тоді виглядала ця місцина, можна побачити на частині відомої світлини-триптиха 1892 року, яку вважають найстарішим фотодокументом із зображенням міста (Рис. 17). Як видно з фотографії, вже тоді ця ділянка правого берега Ужа біля пішохідного мосту була частково захищена протипаводковою стіною – дерев'яною і кам'яною.

На початку ХХ століття міська влада прийняла рішення про відкриття першої державної школи для дівчат, місце для будівництва якої пропонувалось на березі Ужа. Міністерство народної освіти погодилося профінансувати цей проект за умови, що місто підготує запроповану ділянку для будівництва, укріпивши берег, щоб новобудові не загрожували повені. У результаті проведення регуляційних робіт у 1910 році було споруджено 140 метрів кам'яної протипаводкової стіни. У 1912 році завершилося будівництво першої державної школи для дівчат (нинішньої Лінгвістичної гімназії ім. Т. Г. Шевченка). Перед будівлею школи було облаштовано набережну, вздовж якої висадили робінію звичайну (Рис. 18) (Literati 2020b). Ця набережна була значною вужчою за нинішню набережну Незалежності (Рис. 20) і закінчувалася біля синагоги (нині – будинок на набережній Незалежності, 6) (Literati 2022c).



Рис. 17. Ділянка правого берега Ужа біля пішохідного мосту, частково захищена протипаводковою стіною – дерев'яною і кам'яною (почали мурувати в 1879 р.), 1892 рік. (Literati 2020a)

Fig. 17. A section of the right bank of the Uzh near the pedestrian bridge, partially protected by a flood wall, made of wood and stone (construction began in 1879), 1892 (Literati 2020a)



Рис. 18. Повінь на р. Уж, видно акацієві посадки на набережній перед державною школою для дівчат (з фондів Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького)

Fig. 18. Flooding on the Uzh River, acacia plantations on the waterfront in front of the state school for girls (from the collections of the Transcarpathian Regional Museum of Local Lore named after T. Lehotskyi)

Планова забудова малого Галагова розпочалась після Першої світової війни, коли Закарпаття ввійшло до складу Чехословацької республіки. Роботи на тодішній набережній Рошковича розпочались у 1923 році, на них виділили п'ять мільйонів чеських крон. До 1927 року на регуляційні роботи було витрачено вже близько 12 мільйонів крон – колосальну за тодішніми мірками суму (Рис. 19). У підсумку Ужгород отримав простору і дуже гарно облаштовану набережну, яку урочисто відкрили для прогулянок 1 травня 1928 року (Literati 2022c) (Рис. 20).



Рис. 19. Спорудження кам'яної протипаводкової стіни в районі сучасної набережної Незалежності. 1920-ті роки (з фондів Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького)

Fig. 19. Construction of a stone flood wall in the area of the modern Nezalezhnosti waterfront. 1920s (from the collections of the Transcarpathian Regional Museum of Local Lore named after T. Lehotskyi)





Рис. 20. Панорама набережної Рошковича (сучасна набережна Незалежності) під час повені на р. Уж. Кінець 1920-х рр. (з фондів Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького)

Fig. 20. Panorama of Roszkowicz waterfront (modern Nezalezhnosti waterfront) during the flood on the Uzh river. Late 1920s (from the collections of the Transcarpathian Regional Museum of Local Lore named after T. Lehotskyi)

З перших років будівництва набережну з обох боків почали обсаджувати деревами липи, формуючи суцільну липову алею. Липова алея на набережній створювалась поетапно, певними ділянками в міру забудови мікрорайону малий Галагов (Рис. 21, 22). Першою було сформовано ділянку перед державною школою для дівчат (Рис. 21).



Рис. 21. Набережна Рошковича. Видно молоді посадки липи вздовж набережної. 1920-ті рр. Поштова листівка, Themac, Užhorod (oldUngvár in old postcard 2002)

Fig. 21. Roszkowicz waterfront. Young linden trees are visible along the waterfront. 1920s. Postcard, Themac, Užhorod (oldUngvár in old postcard 2002)



Рис. 22. Набережна Рошковича з молодими деревами липи. 1930-ті рр. Поштова листівка, Themac (oldUngvár in old postcard 2002)

Fig. 22. Roskovich waterfront with young linden trees. 1930s. Postcard, Themac (oldUngvár in old postcard 2002)

У 1928 року дерева липи було висаджено до Тиршової площі (колишня Пушкіна), де протікав в ті часи Малий Уж (Рис. 23). У 1933–34 роках продовжили висадку лип до великої рафанди (Набережна Незалежності, буд. 24). Зокрема, біля жандармського уряду (тепер медичний факультет Ужгородського університету) висадили *Tilia americana* L. Останніми, наприкінці 1930-х років, були висаджені дерева *T. euchlora* C. Koch на ділянці набережної перед великою рафандою і до транспортного мосту (Рис. 24).



Рис. 23. Забудова Галагова. Місце впадіння малого Уж у р. Уж. 1930-ті рр. Поштова листівка, Brody & Gottlieb, Užhorod (oldUngvár in old postcard 2002)

Fig. 23. Development of Halahiv. The place where the Small Uzh flows into the Uzh River. 1930s. Postcard, Brody & Gottlieb, Užhorod (oldUngvár in old postcard 2002)





Рис. 24. Набережна Незалежності в 1944 році.

Поштова листівка, Collection: Fortepan (oldUngvár in old postcard 2002)

Fig. 24. Nezalezhnosti waterfront in 1944. Postcard, Collection: Fortepan (oldUngvár in old postcard 2002)

У радянські часи (кінець 1940-х років) перед сучасною середньою школою № 1 було здійснено часткову заміну дерев липи (Рис. 25). Натепер основу насаджень набережної Незалежності формують дерева шести видів липи (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. × vulgaris*, *T. americana*, *Tilia euchlora*, *T. tomentosa* Moench), висаджених у два ряди ще за чехословацької доби у 20–30-х рр. ХХ століття в кількості 195 особин (Рис. 26).



Рис. 25. Сталінградська набережна (сучасна набережна Незалежності).

Поштова листівка, Воронцов П. 1957

Fig. 25. Stalingradskaya waterfront (modern-day is Nezalezhnosti waterfront). Postcard, Vorontsov P. 1957



Рис. 26. Сучасний вигляд набережної Незалежності. 2023 р. Фото Я. Гасинець

Fig. 26. Modern view of Nezalezhnosti waterfront. 2023. Photo by Ya. Hasynets

## Ботанічна набережна

Найменша набережна м. Ужгород розташована між транспортним мостом біля Підзамкового парку і пішохідним мостом. У 1879 році, коли завершили будівництво стіни під пішохідним мостом, роботи з укріплення берегів вирішили продовжити в бік нинішньої філармонії. Як виглядала та кам'яна стіна, видно на світлині кінця ХІХ століття (Рис. 27). Пізніше її було укріплено і продовжено силами і коштами єврейської громади міста, яка взяла на себе цей обов'язок в обмін на дозвіл спорудити на березі річки синагогу (нинішню філармонію), неподалік від цієї кам'яної стіни (Рис. 28).



Рис. 27. Підпірна кам'яна стінка на початку сучасної Ботанічної набережної до будівництва синагоги (кінець ХІХ ст.). (Literati 2022b)

Fig. 27. A retaining stone wall at the beginning of the modern Botanicna waterfront before the construction of the synagogue (late 19th century) (Literati 2022b)



Рис. 28. Правий берег Ужа в районі сучасної Ботанічної набережної. Початок 1920-х рр. Поштова листівка (oldUngvár in old postcard 2002)

Fig. 28. The right bank of the Uzh near the modern Botanicna waterfront. Early 1920s. Postcard (oldUngvár in old postcard 2002)

Після Першої світової війни, коли територія сучасного Закарпаття за умовами Сен-Жерменського мирного договору стала частиною Чехословацької республіки, питання регуляції правого берега Ужа постало знову. Роботи розпочали в 1923 році, й тривали вони до 1939 року. Єдину частину берега тоді так і не встигли врегулювати –

нинішню Ботанічну набережну. Місто виношувало плани побудувати там променад аж до парку, але плани ці так ніколи й не було втілено в життя (Literati 2022c). Очевидно, в ці часи вздовж набережної було висаджено дерева *Populus nigra var. italica*, оскільки на світліні 1957 року вони виглядають як цілком сформовані (Рис. 29). Посадка дерев цього виду, ймовірно, була продиктована тим, що декілька екземплярів росло тут ще з XIX століття.

У серпні 1947 року на цій набережній відкрили дитячу залізницю. Поряд із філармонією (колишня синагога) облаштували першу станцію. У радянські часи вона носила назву «Піонерська», а у 1990-х роках змінила свою назву на «Молодіжну».

Зі створенням у 1945 році Ужгородського університету було прийнято рішення і про створення ботанічного саду, для чого виділено територію площею 4,5 га на правому березі р. Уж по вул. Ольбрахта, 6, що прилягала до набережної. У 1946 році розпочалось формування ботанічного саду, що й визначило надалі назву цієї набережної як Ботанічної. У 2012–2013 роках потужні вікові пірамідальні дерева тополі вздовж набережної з незрозумілих причин спочатку було кроновано, а пізніше видалено (Рис. 30).



Рис. 29. Ботанічна набережна. Поштова листівка, Воронцов 1957

Fig. 29. Botanichna waterfront. Postcard, Vorontsov 1957



Рис. 30. Сучасний вигляд Ботанічної набережної, 2023 р. Фото Я. Гасинець

Fig. 30. Modern view of Botanichna waterfront, 2023. Photo by Ya. Hasynets

### Студентська набережна

На правому березі Ужа, нижче транспортного мосту ім. Т. Масарика, розташована Студентська набережна. Палац піонерів (тепер Палац дітей та юнацтва – ПаДіЮн) та наявність великої кількості студентських гуртожитків визначили її назву. Ця набережна, яка є продовженням липової алеї набережної Незалежності, закінчується біля підвісного мосту Боздоського парку.

Після остаточної регуляції берега річки Уж у межах набережної Рошковича (Незалежності) у 30-х роках минулого століття аналогічні роботи продовжили в бік сучасної Студентської набережної, цим самим заклавши її основи (Рис. 31). Тут було висаджено дерева *T. cordata*, *T. × vulgaris* та *T. plathyphyllos*, а також *Populus nigra var. italica* (Рис. 32).

Нині деревні насадження Студентської набережної представлено дворядними посадками різних видів *Tilia* (серед них переважає *T. cordata*) та *Populus nigra var. italica* віком приблизно 60–70 років. У квітні 2022 року висаджено молоді дерева *T. cordata*.



Рис. 31. Регуляція берега в районі нинішньої Студентської набережної (кінець 1920-х – початок 1930-х рр.) (з фонду Закарпатського обласного краєзнавчого музею ім. Т. Легоцького)

Fig. 31. Regulation of the bank in the area of the present-day Studentska waterfront (late 1920s – early 1930s) (from the collection of the Transcarpathian Regional Local History Museum named after T. Lehotskyi)



Рис. 32. Сучасний вигляд Студентської набережної, 2023 р. Фото Я. Гасинець

Fig. 32. Modern view of Studentska waterfront, 2023. Photo by Ya. Hasynets



## Висновки

Натепер у місті Ужгороді нараховується шість набережних: на лівому березі Ужа – Київська, Православна та Слов'янська, на правому – Ботанічна, Незалежності та Студентська.

Історія набережних тісно пов'язана з роботами з регулювання русла та укріплення берегів річки Уж. Набережні Київська, Православна, Незалежності, Ботанічну та Студентську в сучасному вигляді запроєктовано та створено у 20–30-х роках минулого століття (чехословацький період історії міста Ужгорода). Слов'янську

набережну створено наприкінці 60-х – на початку 70-х років ХХ століття за радянського періоду.

Основу деревних зелених насаджень становлять: на Православній набережній – *Sophora japonica*, Київській набережній – *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata* та *Populus nigra* var. *italica*, Слов'янській набережній – *Platanus acerifolia* та *Aesculus hippocastanum*, набережній Незалежності – різні види лип, Студентській набережній – різні види лип та *Populus nigra* var. *italica*, на Ботанічній набережній до 2012 року росли дерева *Populus nigra* var. *italica*.

- BESEGANYCH, I.V. (2023) Analiz dendroflory parku sanatoriiu «Kvitka polonyny» (Zakarpatska oblast). *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkykh nauk*, 6, 100–112 (in Ukrainian).
- BESEGANYCH, I.V., HASYNETS, Ya.S., KISH, R.Ya., SOIMA, A.D. (2023) Dendroflora naberezhnykh mista Uzhhoroda: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Biolohiia (Biolohichni systemy)*, 15(2), 201–213 (in Ukrainian).
- BESEGANYCH, I.V., HASYNETS, Ya.S., KISH, R.Ya., SOIMA, A.D., VAKERYCH, M.M. (2020a) Derevnachaharnykovi nasadzhenia mikroraionu «Malyi Galagov» m. Uzhhoroda – istoriia formuvannia ta suchasnyi stan. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 48, 56–71 (in Ukrainian). DOI: 10.24144/1998-6475.2020.48.56-71
- BESEGANYCH, I.V., HASYNETS, Ya.S., KISH, R.Ya., SOIMA, A.D., VAKERYCH, M.M. (2020b) Parky ta skvery istorychnoho mikroraionu «Malyi Galagov» m. Uzhhoroda. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 49, 7–35 (in Ukrainian). DOI: 10.24144/1998-6475.2020.49.7-35
- HASYNETS, Ya.S., BESEGANYCH, I.V., KISH, R.Ya., SOIMA, A.D., VAKERYCH, M.M. (2017) Dendroflora skveru pl. Shandora Petefi m. Uzhhoroda ta yii suchasnyi stan. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*. 42, 94–105 (in Ukrainian).
- FODOR, S.S. (1956) *Dendroflora Zakarpattia i puti yeio obohashcheniia*. Disertatsoia na soiskaniie zvaniia kandidata biologicheskikh nauk. Uzhhorod.
- HRANCHAK, I.M., PALOK, V.V. (1973) *Misto nad Uzhem: Istorychnyi narys*. Uzhhorod, Karpaty (in Ukrainian).
- KOBAL, Y. (2003) *Uzhhorod vidomyi ta nevidomyi*. Lviv, Svit (in Ukrainian).
- KOMPLEKSNAIA ZELENNAIA ZONA g. UZHGORODA (PROEKT BLAGOUSTROISTVA I OZELENENIIA) (1982) Uzhhorod.
- LITERATI, T.O. (2017a) *Uzhhorod. Nevyhadani istorii. Istoryko-kraieznavchi narysy*. Uzhhorod, Karpaty (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2017b) *Vtrachenyi Uzhhorod: yak miski naberezhnu nazvaly na chest zahybloho syna Miklosa Horti*. “Pro Zakhid”, 27.09.2017. Available from: <https://prozahid.com/content-51177-html/> (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2018) *Vtrachenyi Uzhhorod: zaliznychnyi mist i mala stantsiia*. “Pro Zakhid”, 29.05.2018. Available from: <https://prozahid.com/content-60974-html/> (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2020a) *Vtrachenyi Uzhhorod: istoriia budivli linhvistychnoi himnazii v tsentri mista*. “Pro Zakhid”, 29.05.2020. Available from: <https://zakkor.net/62870-vtracheniy-uzhgorod-storya-budvli-lingvstichnoyi-gmnazyi-v-centr-msta-foto.html> (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2020b) *Vtrachenyi Uzhhorod: yevreiskyi kvartal na naberezhnii*. “Pro Zakhid”. Available from: <https://prozahid.com/vtrachenyj-uzhhorod-ievrejskyj-kvartal-na-naberezhnij-foto/> (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2022a) *Vtrachenyi Uzhhorod: zhytievii kartyny, pobacheni z mostu*. “Pro Zakhid”, 27.03.2022. Available from: <https://prozahid.com/vtrachenyj-uzhhorod-zhytievii-kartyny-pobacheni-z-mostu-foto/> (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2022b) *Vtrachenyi Uzhhorod: rehuliatsiia livoho bereha Uzha*. “Pro Zakhid”, 10.05.2022. Available from: <https://prozahid.com/vtrachenyj-uzhhorod-rehuliatsiia-livoho-bereha-uzha-foto/> (in Ukrainian).
- LITERATI, T.O. (2022c) *Vtrachenyi Uzhhorod: rehuliatsiia pravoho bereha Uzha*. “Pro Zakhid”, 17.05.2022. Available from: <https://prozahid.com/vtrachenyj-uzhhorod-rehuliatsiia-pravoho-bereha-uzha-foto/> (in Ukrainian).
- OLDUNGVÁR IN OLD POSTCARD (2002-2012) Tatomyr 2002-2012, Available from: <http://ungvar.vox.com.ua>
- SOVA, P.P. (1937) *Proshloie Uzhgoroda: istoricheskiy ocherk*. Uzhhorod, Shkolnaia pomoshch.
- UZGHOROD – UZGOROD: Fotoalbom (1981) Kyiv, Mystetstvo (in Ukrainian).
- VOLOSHYN, O. (2023) *Uzhhorod u starovynnii lystivtsi. Fotoalbom*. Uzhhorod, Dva kolory (in Ukrainian).

## METABOLIC REACTION OF PROLINE AND ITS DISTRIBUTION IN TOBACCO PLANTS AT THE INITIAL STAGES OF DEVELOPMENT UNDER CONDITIONS OF SALT AND WATER STRESS

Larysa BRONNIKOVA<sup>1,2</sup>

*Scientists are actively searching for and introducing plant species that are resistant to adverse environmental factors. The use of introductions enriches the diversity of species composition. The aim of the study was to investigate the distribution of free proline (Pro) in the vegetative organs (aboveground and underground organs) of the tobacco varieties under investigation. Seedlings were subjected to simulated osmotic stresses for 3 hours by adding mannitol (0,8 M) and seawater salts (25,0% g/l). The content of free proline was measured in Samsun and Dubec varieties, while in the experimental samples we observed a characteristic decrease/stabilisation.*

**Key words:** tobacco, proline, salinity, water stress, sustainability, metabolism.

<sup>1</sup>Oles Honchar Dnipro National University, 72 Nauky Avenue, Dnipro, Ukraine;

<sup>2</sup>Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, 31/17 Vasylkivska Str., Kyiv, Ukraine. e-mail: Zlenko\_lora@ukr.net; Zlenkolora@gmail.com

**Метаболічна реакція проліну та його розподіл у рослин тютюну на початкових етапах розвитку за умов сольового та водного стресів. Броннікова Л.<sup>1,2</sup>**

*Активна діяльність науковців направлена на пошук та привнесення в культуру різновидів рослин до стійкості несприятливих чинників довкілля. Використання інтродукції збагачує різноманіття видового складу. Метою дослідження було вивчення розподілу вільного проліну (Pro) у вегетативних органах (наземних та підземних органах) досліджуваних варіантів тютюну. Проростки впродовж 3 годин піддавали модельованим осмотичним стресам додаванням маніту (0,8 М), та солей морської води (25,0% г/л). Вимірювали вміст вільного проліну в сортів Самсун та Дюбек, тоді як у дослідних зразках спостерігалось характерне зниження/стабілізація.*

**Ключові слова:** тютюн, пролін, засолення, водний стрес, стійкість, метаболізм.

<sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, просп. Науки 72, Дніпро, 49010, Україна;

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна. e-mail: Zlenko\_lora@ukr.net; Zlenkolora@gmail.com

### Introduction

In general, the stress tolerance of plant organisms is one of the most large-scale and complex problems. This is due to numerous genotype/environment interactions. At the same time, these relationships are constantly changing under the influence of unpredictable factors.

Among abiotic stresses, salinity and drought are the most common. At the same time, the areas that are being lost are increasing, and the qualitative and quantitative diversity of plant forms is decreasing. In the wild, there is a complete loss of certain genotypes. The global population growth is causing an acute shortage of food. In some regions, the issue of a humanitarian catastrophe is being raised. Therefore, the task of obtaining plant forms resistant to abiotic factors is becoming a priority (Ahmed et al. 2023, Atta et al. 2023, Imran et al. 2021, Wu et al. 2022, Islan et al. 2022, Hasegan et al. 2000).

Obtaining a new plant form (the purpose of the experiment) determines the choice/creation of a transgene when it comes to a form with an increased level of stress resistance, it is necessary to operate with indicators that are guaranteed to be associated with phenotypic reactions to maintain active life under stressful conditions. Stress resistance of plants can be maintained both by cellular reactions and by cooperative (coordinated) work of the organism. When both types of defence are combined, a plant may have a specialised metabolism aimed at accumulating a certain physiologically active compound. This compound must meet certain requirements. Firstly, its amount should not adversely affect the course of biochemical reactions and disrupt key metabolic chains. Secondly, the compound can be transported to separate compartments both within the cell and between organs.

Compatible low-molecular weight protective compounds play a significant role in a number of plant

defence mechanisms against osmotic stresses. First of all, L-proline (*pro*). It is known that in general, the level of free pro is self-regulated by the synthesis/degradation/transport system (Kaur et al. 2017, Yang et al. 2021, Funck 2020). The synthesis gene is  $\Delta 1$ -pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS); the degradation gene is proline dehydrogenase (PDH); pro is transported by a system of intrinsic and common transporters (Ray, Penna 2013, Dubrovna et al. 2022).

It was found that under stressful conditions, pro accumulates in significant amounts. It is a product of synthesis within the cell. The high content of pro in certain plant organs can occur as a result of synthesis, as well as as a result of its movement from the synthesis zone (Kaur et al. 2017, Alvarez et al. 2021, Islam et al. 2022). It is also an established fact that there is a relationship between the development of a plant organism and the activity of one of the enzymes that regulate the level of free pro, namely proline dehydrogenase (PDH) (Zou et al. 2023, Yang et al. 2021, Dubrovna et al. 2022). Literature data indicate achievements in obtaining plants with an increased level of resistance to osmotic stress using constructs related to proline metabolism (Alvarez et al. 2022, Mykhalska et al. 2021, Dubrovna et al. 2021, Munaweera et al. 2022).

Since the accumulation of proline in an intact plant depends on a number of factors, it is advisable to perform a comparative analysis of the plant and a cell culture that can be obtained from the plant for correct interpretation. The cell culture response can further identify specific and nonspecific adaptation responses.

### Methods and materials

The object of the study was young tobacco seedlings of the Samsun and Dubec varieties. Osmotic stresses were created by adding mannitol or seawater salts to a semi-dilute solution of macronutrients according to Murashige-Skoog. Mannitol, concentration 0.5 M, modelled water stress; sea water salts (sea salt), concentration 20,0 g/l, modeled natural complex salinity.

Seedlings were immersed in experimental solutions with their roots. The duration of osmotic stress was 3 hours. Plants kept in a semi-dilute solution of macro salts served as a control. After a short-term stress, the experimental plants were subjected to recovery in the control solution.

After 3 hours of stress exposure and after 3 hours of recovery, the content of free proline was measured in the plants. The pro content was measured in seedlings (aerial part) by cutting off the roots according to the standard method (Andriushchenko et al. 1981). The data were statistically processed.

### Results and discussion

In general, diagnosing the level of plant viability is important for breeding. It is known that the damaging effect of salinity and water stress increases in proportion to the duration of the factors. Obviously, at the initial stages of stress, there can be no visual difference between the forms. In our case, the appearance of seedlings was similar in all variants. At the same time, given the sensitivity of the systems associated with the regulation of pro levels, changes in this direction would be quite expected. At the 3rd hour of stress exposure, the level of free pro was measured.

Under normal conditions, (n.o.), before the experiment, the level of pro in winter wheat genotypes was insignificant and amounted to mg% /crude matter, in tobacco plants of Samsun and Dubec varieties, respectively,  $9,94 \pm 1,44$  and  $14,53 \pm 2,25$ . In general, changes in the level of pro occur while maintaining the overall metabolism and do not go beyond the normal reaction. They are possible due to the coordination of the activity of synthesis/degradation systems (Kaur et al. 2021, Alvarez et al. 2022, Mykhalska et al. 2021, Yang et al. 2021, Funck et al. 2020, Rai et al. 2013, Dubrovna et al. 2022). The absence of contradictions is maintained by the spatial separation of enzyme functioning compartments.

Changes in amino acid levels after two hours are shown in figure 1.

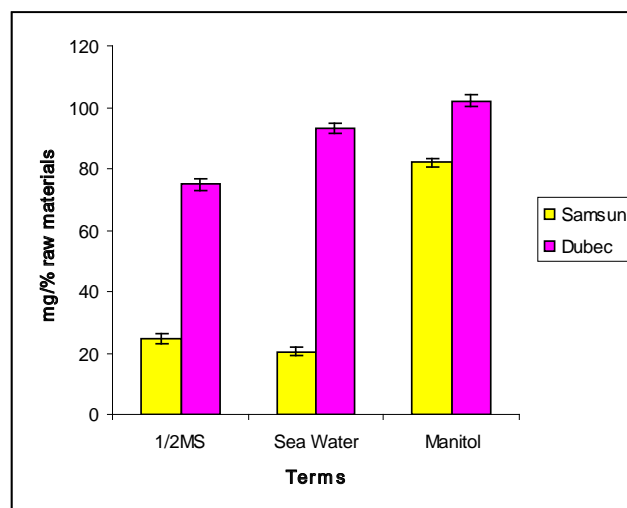


Fig. 1. The content of free proline in the aerial parts of *Nicotiana tabacum* L. plants 3 hours after the onset of osmotic stress

The diagram shows a significant increase in the content of free pro two hours after the start of the experiment. This fact was evident under all external conditions. Under normal conditions, the increase in the level of the amino acid was more significant than



in the control plants. This event can most likely be explained by a decrease in the level of *pro* degradation in these variants.

The two-hour stress caused significant changes in the accumulation of free *pro*. It should be noted that the nature of the changes in the variants was identical, depending on the type of stress factor, namely, a decrease in the *pro* content against salinity (ionic stress) and an increase in this indicator in the presence of mannitol (molecular osmotic).

Under stressful conditions, the level of *pro* is determined by its synthesis system. In the experiment, an aqueous solution of trace elements ensured its flow. In addition, in this experiment, this assumption is supported by the fact that the content of the amino acid in the transformed and control objects under the influence of salinity was similar. Seawater salts slightly reduced the activity of proline synthesis at the second hour of stress compared to the normal parameters, equally in both variants.

The effect of mannitol was manifested in different ways. In the control variants, the absolute value of *pro* content coincided with the indicators of non-stressed plants. In transgenic variants, the level of proline increased. It is possible to assume that in the first case, the stressful effect on metabolism did not become harmful; in the second case, the fact of stimulation is permissible. In our opinion, the movement of proline from the root part is less likely, since moisture loss was minimised by the use of an aqueous solution. Perhaps, this is the indirect effect of the introduced construct, since the direct effect of the *PGD* gene is not realised under stress conditions.

Thus, analysing the nature of free proline accumulation at the initial stages of salt and water stress, it becomes obvious that there is a reorganisation of the functioning of its metabolic systems. This event contributes to the maintenance of the overall metabolism, which is visually manifested in the absence of stress lesions.

In general, the activity of the organism's vital functions should be most pronounced when the environment changes (Ahmed et al. 2022, Atta et al. 2023, Mykhalska et al. 2022, Huizbers, et al. 2017, Maghsoudi et al. 2018). After the stressful effect, the plants were restored in a semi-dilute solution of microelements according to Murashige-Skug. The level of *pro* was analysed 3 hours after the start of rehabilitation. The data are shown in figure 2.

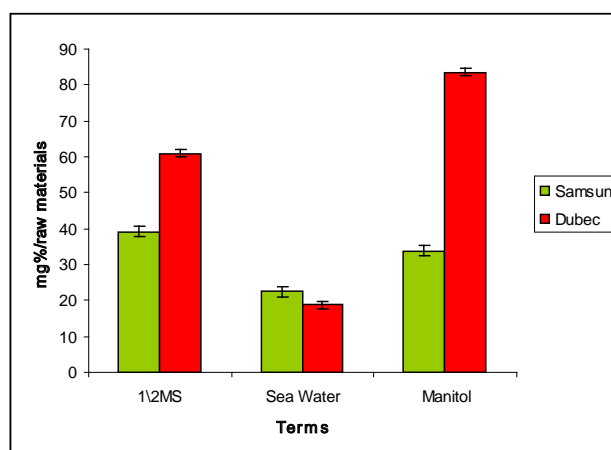


Fig. 2. Free proline content in the aerial parts of tobacco plants 3 hours after the beginning of recovery from osmotic stresses

Under normal conditions, no changes in amino acid accumulation occurred, which confirms the stable course of metabolic reactions, both general and associated with *pro* metabolism, in all variants.

Comparison of figures 1 and 2 showed that the stress → normal transition was manifested in different ways in the control and experimentally obtained variants. Thus, recovery from salinity did not lead to changes in the level of free *pro* in the original form, but caused its increase in resistant plants. The following assumption can be made about the reasons.

In all variants, the absence of stress load restored the activity of the *PGD* gene in parallel with the decrease in the activity of the *pro* synthesis gene. In the control variant In the control variant, activation/decrease events occurred with the same intensity, which was reflected in the stabilisation of *pro* levels. In the resistant variants, the activity of the *PGD* gene was significantly inferior to that of the *P5CS* gene due to the efficiency of the introduced construct. The difference between the forms observed at the 3rd hour of recovery, in our opinion, is a manifestation of individual peculiarities of functioning.

Recovery after mannitol exposure was different. Comparison of Figures 2 and 3 revealed an increase in the level of *pro* in the aerial part of all variants two hours after the stress pressure was removed. The increase in control and resistant forms was 14,7% and ~ 44%, respectively. In the analysis of *pro* during recovery from salinity, it is possible that the accumulation of proline in the aerial parts under the action of molecular osmosis occurred due to its synthesis in

these organs and additional movement from the root part, where the amino acid was synthesised.

Salt and water stress are both types of osmotic stress. At the same time, both are distinguished by their peculiarities in terms of the mechanism of their harmful effects. Water stress (drought) causes significant dehydration of the plant organism and a set of associated pathological transformations of various compartments. Salt stress has a damaging effect due to the ionic structure of salt molecules. The variety of salinity types and the combination of several types of salts can introduce additional components into the mechanism of toxicity.

In both cases, the aggressive force of osmotic stresses is determined by the duration of their impact, during which negative changes increase and may become irreversible. Although resistance to osmotic stresses can be manifested in different ways, plants combine different resistance strategies.

The above suggests that adaptation to osmotic stresses is limited and depends on a number of factors.

First, it is the nature of the genotype that determines the sensitivity/resistance of the organism. Secondly, the variability of adaptation in response to external changes. Third, the availability of resources to maintain vital functions under stressful conditions. Fourth, the ability to recover quickly.

At the same time, we observed different types of adaptations to salinity and water stress. At the same time, we observed different types of recovery.

### Conclusions

The data obtained from the analysis of the nature of free proline accumulation allow us to draw the following conclusions. The effect of salt and water stress on the proline metabolism system is observed at the initial stages of plant development and under the influence of stress factors. The adaptation of control and resistant plants to salinity and water stress is different. The level of free proline under stressful conditions in tobacco plants is maintained due to its increased synthesis.

- AHMED, S., AHMED, S., ROY, S.K., WOO, S.H., SONAWANE, D., SHOHAEL, A.M. (2022) Effect of salinity on the morphological, physiological and biochemical properties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Bangladesh. *Open Agriculture*, 4, 361–373. DOI: 10.1515/opag-2019-0033
- ALVAREZ, M.E., SAVOURE, A., SZABADOS L. (2022) Proline metabolism as regulatory hub. *Trends in Plant Science*, 27(1), 39–55. DOI: 10.1016/j.tplants.2021.07.009
- ANDRIUSHCHENKO, V.K., SAIANOVA, V.V., ZHUCHENKO, A.A., DIACHENKO, N.I., CHILIKINA, L.A., DROZDOV, V.V., KOROCHKINA, S.K., CHEREP, G.I., MEDVEDEV, V.V., NIUTIN, Yu.I. (1981) Modifikatsiia metoda opredeleniia prolina dlia vyavleniia zasukhoustoichiviykh form roda *Lycopersicon* Tourn. *Izvestia AN Moldavskoi SSR*, 4, 55–60.
- ATTA, K., MONDAL, S., GORAI, S., SINGH, A.P., KUMARI, A., GHOSH, T., ROY, A., HEMBRAM, S., GAIKWANT, D.J., MONDAL, S., BHAGANNATH, S., JHA, U.C., JESPERSEN, D. (2023) Impact of salinity stress on crop plants: improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1241736. DOI: 10.3389/fpls.2023.1241736
- DUBROVNA, O.V., MYKHALSKA, S.I., KOMISARENKO, A.H. (2022) Vykorystannia heniv metabolizmu prolina v henetychnii inzhenerii roslyn. *Tsytolohiia i Henetyka*, 56(4), 60–8. (in Ukrainian). DOI: 10.3103/S00955272204003X
- FUNCK, D., BAUMGARTEN, L., STIFT, M., WIRÈN, VON N., SCHÖNEMANN, L. (2020) Differential contribution of P5CS isoforms to stress tolerance in *Arabidopsis*. *Frontiers in Plant Science*, 11, 565134. DOI: 10.3389/fpls.2020.565134
- HASEGAN, M., BRESSAN, R.A., ZHU, J.-K., BOHNERT, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review Plant Physiology Molecular Biology*, 51, 463–499. DOI: 10.1146/annurev.arplant.51.1.463
- HUIZBERS, M.M.E., MARTINEZ – JÚLVEZ, M., WESTPHAL, A.H., DELGADO – ARCINIEGA, E., MEDIA, M., BERKEL VAN, W.J. (2017) Proline dehydrogenase from *Thermus thermophilus* does not discriminate. *Scientific reports*, 7, 43880, 1–3. DOI: 10.1038/srep.43880
- IMRAN, Q.M., FALAK, N., HUSSAN, A., MAN, B.-G., YUN, B.-W. (2021). Abiotic stress biotechnological tools in stress response. *Journal Agronomy*, 11(8), 15–79. DOI: 10.3390/agronomy11081579
- ISLAM, M.R., NAVEED, S.A., ZHANG, Y., LI, Z., ZHAO, X., FIAZ, S., ZHANG, F., WU, Z., HU, Z., FU, B., AHL, Y., SHAH, F., XU, J., WANG, W. (2022) Identification of candidate genes for salinity and anaerobic tolerance at the germination stage in rice by genome – wide association analyses. *Frontiers in Genetics*, 13, 822516. DOI: 10.3389/fgene.2022.822516
- KAUR, D., GREWAL, S.K., KAUR, J., Sing, S. (2017) Differential proline metabolism in vegetative and reproductive tissues determine drought tolerance in chickpea. *Biologia Plantarum*, 359–366. DOI: 10.1007/s105335-016-0695-2
- MAGHSOUDI, K., EMAM, Y., NIAZI, A., PESSARAKLI, M., ARVIN, M.J. (2018) Proline accumulation in the sensitive and tolerant wheat cultivars under control and drought stress conditions in the presence/absence of silicon and salicylic acid. *Journal of Plant Interactions*, 11, 461–471. DOI: 10.1080/17429145.2018.1506516
- MUNAWEERA, T.I.K., JAYAWARDANA, N.U., RAZARATNAM, R., DISSANAYAKE, N. (2022)

- Modern plant biotechnology as a strategy in addressing climate change and attaining food security. *Agriculture and food security*, 11(26). DOI: 10.1186/s40066-022-00369-2
- MYKHALSKA, S.I., KOMISARENKO, A.H. (2022) Aktualni napriamky suchasnykh biotekhnolohii pshenytsi. *Fiziolohiia Roslyn i Henetyka*, 54(3), 187–213. (in Ukrainian). DOI: 10.15407/frg202.03.187
- MYKHALSKA, S.I., KOMISARENKO, A.H., KURCHII, V.M. (2021) Heny metabolizmu prolinu v biotekhnolohii pidbyshchennia osmostiikosti phenytsi. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*, 28, 94–99 (in Ukrainian). DOI: 10.7124/FEEO.v28.1382
- RAI, A.N., PENNA, S. (2013) Molecular evolution of plant P5CS gene involved in proline biosynthesis. *Molecular Biology Repid*, 40(11), 6429–6436. DOI: 10.1007/s11033-013-2757-2
- QAYYUM, A., RAZZA, A., BIBI, Y., KHAN, S.U., ABBASI, K.S., SHER, A., MEHMOOD, A., AHMED, W., MAHMOOD, I., MANAF, A., KHAN, A., FARID, A., JANKS, M.A. (2018) Water stress effects on biochemical traits and antioxidant activities of wheat (*Triticum aestivum* L.) under *in vitro* conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 68(4), 283–290. DOI: 10.1080/09064710.2017.1395064
- WU, L., WANG, L., HUI, W., ZHAO, F., WANG, P., SU, C., GONG, W. (2022) Physiology of plant responses to water stress and related genes: a review. *Journal Forests*, 13(2), 324. DOI: 10.3390/f13020324
- YANG, Z., ZHAO, X., SHANG, W., LIU, Y., JI, J.F., LIU, J.P., TONG, C. (2021) Pyrroline-5-carboxylate synthetase senses cellular stress and modulates metabolism by regulating mitochondrial respiration. *Cell Death & Differentiation*, 28(1), 303–319. DOI: 10.1038/s41418-020-0601-5
- ZOU, B., YANG, L.-Y., WANG, W., ZHANG, Z. (2023) Editorial: Molecular and genetic mechanisms of chilling tolerance in plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1281889. DOI: 10.3389/fpls.2023.1281889

## ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ОСЕРДЯ В НОРМІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТІ: ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Єлизавета ВЕРБА, Оксана КУШЧ

*Загальносвітова статистика демонструє високий рівень смертності від серцево-судинних захворювань, що підкреслює необхідність у глибокому розумінні осердя та його впливу на функціонування організму. Серце огорожене від інших органів осердя, яке виконує не лише структурні, а й імунні функції. Дослідження морфологічних аспектів осердя, зокрема його лімфоїдного компонента, надає нові погляди на роль цього органа в підтримці серцевого здоров'я. Особливу увагу слід приділити вивченню структурних змін, що виникають в осерді внаслідок експериментальних впливів. Важливо розглядати не лише інфекційні чи травматичні причини, але й аутоімунні та метаболічні фактори, що можуть сприяти розвитку запалення осердя. У статті поставлено завдання здійснити комплексний аналіз досліджень морфофункціонального стану осердя, зокрема в контексті експерименту на щурах. Оскільки анатомія щурячого серця схожа на людську, результати таких досліджень можуть бути перспективними для вирішення проблем серцево-судинної патології в організмі людини. Застосування інтегративного підходу до вивчення осердя дозволяє розкрити не лише анатомічні й гістологічні аспекти, але і зрозуміти взаємозв'язок осердя з імунною системою та локальним гомеостазом. Такий підхід є необхідним для розуміння причин та механізмів розвитку захворювань серця, що визначає його важливість у медичній та соціальній сферах.*

**Ключові слова:** осердя, перикард, серце, серцево-судинна система, імунна система, молочні плями, лімфоцит.

*Запорізький національний університет, кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини, вул. Гоголя, 62, Запоріжжя, 69061 Україна; e-mail: eliz.verba@gmail.com; sidorov0240@gmail.com*

### **Structural features of the pericardium in norm and experiment: a literature review. Verba E. I., Kushch O. G.**

*Global statistics show a high mortality rate from cardiovascular diseases, which emphasizes the need for a deep understanding of the pericardium and its influence on the functioning of the heart. The heart is separated from other organs of thoracic cavity by the pericardium, which performs not only structural, but also immune functions. Research into the morphological aspects of the pericardium, particularly its lymphoid component, provides new insights into the role of this organ in maintaining cardiac health. Special attention should be paid to the study of structural changes that occur in the nucleus as a result of experimental influences. It is important to consider not only infectious or traumatic causes, but also autoimmune and metabolic factors that can contribute to the development of inflammation of the pericardium. The article sets itself the task of carrying out a comprehensive analysis of research on the morphofunctional state of the pericardium, in particular in the context of an experiment on rats. Since the anatomy of the rat is similar to the human one, the results of such studies may be promising for solving the problems of cardiovascular pathology in the human body. The use of an integrative approach to the study of the heart allows to reveal not only anatomical and histological aspects, but also to understand the relationship of the heart with the immune system and local homeostasis. Such an approach is necessary for understanding the causes and mechanisms of the development of heart diseases, which determines its importance in the medical and social spheres.*

**Key words:** pericardium, heart, cardiovascular system, immune system, milky spots, lymphocyte.

*Zaporizhzhia National University, Department of Physiology, Immunology and Biochemistry with a Course of Civil Protection and Medicine, 62, Hoholya str., Zaporizhzhia, 69061 Ukraine; e-mail: eliz.verba@gmail.com; sidorov0240@gmail.com*

### **Вступ**

Серцево-судинна система та її патології займають перше місце зі смертності не тільки в Україні, але й в усьому світі (Global Burden of Disease

2021), і згідно зі статистикою з 1990 року по 2019 рік кількість летальних випадків із цієї причини збільшилась на 7,8%. Морфофункціональний стан серця опосередковується не тільки органами



серцево-судинної системи, але й осердям, проте його вивченню не було приділено достатньої уваги. Вітчизняні науковці (Nefiodova et al. 2020; Shatorna, Lomyga 2020, 2023) вивчали токсичний вплив солей важких металів на ембріогенез серця. Однак питання морфологічних змін осердя в експерименті залишається відкритим, що відкриває нові перспективи для досліджень. В останні роки ми бачимо роботи, які присвячено вивченню осердя та його лімфоїдного компонента (Perez-Shibayama, Ludewig 2015; Ganshina 2016; Kuper et al. 2018, 2021; Mori et al. 2022), однак не до кінця з'ясовано, як саме структурні зміни в цьому органі, а також у лімфоїдній тканині, асоційованій з серозними оболонками, до яких належить і осердя, можуть впливати на реактивність серця і його локальний імунітет. Численні наукові дослідження акцентують на поліетіології запалення осердя – причина може бути як інфекційна чи спричинена травмою, так і аутоімунна або метаболічна. Окрім того, віковий фактор посилює хронічні системні запалення, також з віком знижується рівень імунного захисту організму, що теж може сприяти запаленню осердя, тож з огляду на ці факти дослідження морфофункціонального стану осердя під впливом чинників різної природи є не тільки медично-біологічною, але і соціально важливою проблемою.

Метою роботи є проведення комплексного аналізу наукових праць, всебічний розгляд основних аспектів морфофункціонального стану осердя в нормі та експерименті з акцентом на щурах, оскільки їм притаманна подібність анатомії цього органу до людського, тому отримані результати на тваринах можна екстраполювати на людину. Здійснюючи дослідження, з метою повного розкриття вибраного питання важливо продемонструвати анатомічні особливості осердя, їх гістології, розширити уявлення про лімфоїдний компонент осердя і його зв'язок з імунною системою організму.

### **Огляд літературних даних**

Комплексно розглядаючи питання анатомії осердя, варто звернути увагу на пренатальний період. Утворення основних целомічних порожнин у ссавців відбувається на стадії раннього ембріогенезу з мезодерми, коли тонка перетинка, що згодом стає діафрагмою, відокремлює перитонеальну і грудну порожнини між собою (Sikachupa 2004; Rykaliuk, Osmanov 2011). Наступним етапом у грудній порожнині утворюються дві плевральні порожнини по обидві сторони від середостіння, а також осердна порожнина, в якій відбувається

органогенез серця. Згідно з ветеринарною номенклатурою, осердя, або перикард (Pericardium) складається з двох листків – волокнистого осердя (Pericardium fibrosum) та серозного осердя (Pericardium serosum), його вентральний відділ прикріплений до грудини грудинно-перикардіальними зв'язками (Ligg. pericardiaca), а дорсальний відділ має бронхо-осердну перетинку (Membrana broncho-pericardiaca) (Khomych et al. 2019). Важливо зазначити, що серозне осердя має дві пластинки – пристінкову пластинку (Lamina parietalis), яка зрощена з волокнистим осердям, та нутрощеву пластинку, або епікард (Lamina visceralis, Epicardium), що являє собою верхній шар серця і зрощена з міокардом (Myocardium). Анатомічною особливістю осердя щурів є підсерцевий простір (Treuting et al. 2018; Kuper et al. 2018), що знаходиться між серцем і діафрагмою, на що важливо звертати увагу під час експерименту. За гістологічною структурою волокнисте осердя включає фіброзний перикард, власну пластинку перикарду (Lamina propria pleurae) та шар мезотелію (Mesothelium), причому мезотелій, що вистеляє осердя, може бути як плоский, так і кубічний, де між клітинами знаходяться стомати (Zerbino et al. 2016; Khomych et al. 2019; Michailova, Usunoff 2006). Тоді як мезотеліальний шар осердя досліджувався такими вченими, як К. Н. Михайлова та К. Г. Усунов (Michailova, Usunoff 2006), усе більше актуальності набуває питання вивчення типу колагенових волокон, які присутні у фіброзному перикарді.

У 1973 році Рот відкрив основну фізіологічну функцію серозних оболонок – полегшення руху внутрішніх органів у порожнинах за допомогою спеціальної рідини. Саме мезотелій забезпечує вироблення цієї рідини в осерді, вона збагачена гіалуриновою кислотою через апікальну мембрану мезотеліальних клітин, на якій є велика кількість мікроворсинок з глікопротеїнами. Перикардіальна рідина захищає тканини від стоншення і може реабсорбуватися лімфатичними капілярами як пристінкової пластинки осердя, так і нутрощєвої (Parungo et al. 2007). Окрім цього, важливою фізіологічною властивістю осердя є бар'єрність, проте важливо дослідити цю функцію не тільки з боку механічного захисту серця в разі травм, але й імунну ланку целомічного бар'єру осердя, як-от целом-асоційована лімфоїдна тканина (Coelom-Associated Lymphoid Tissue) в субмезотеліальному шарі серозної оболонки осердя (Kuper et al. 2018). У субмезотеліальному шарі осердя, у власній пластинці, відбувається регуляція активності



лімфоїдної тканини, однак ще не було досліджено, чи є в осерді локалізації самогенерації лімфоїдної тканини, чи відбувається міграція клітин з інших органів у відповідь на медіатори запалення. Лімфоїдна тканина в осерді представлена дифузно розташованими клітинами, лімфоїдними кластерами, асоційованими з целомом (Coelom-Associated Lymphoid Clusters) та лімфоїдними кластерами, асоційованими з жировою тканиною (Fat-Associated Lymphoid Clusters) (Kuper et al. 2018). Таким чином, актуальності набуває питання властивостей цих видів лімфоїдної тканини, чим саме вони відрізняються та як змінюється їх кількісний і якісний склад за впливу факторів різної природи.

На відміну від уже досліджених первинних та вторинних лімфоїдних органів лімфоїдна тканина осердя ще не досить вивчена, що відкриває нові перспективи досліджень (Dunayevska 2016, Horalsky et al. 2023). Таке явище, як «молочні плями» вперше зміг візуалізувати Л. Ранв'є у 1874 році. Він описав їх як «крихітні скупчення лімфоїдної тканини» у великому чепці людини і розглядав увесь великий чепець як один загальний лімфатичний вузол (Ranvier 1874). Однак Е. Зайферт довів, що головною відмінністю молочних плям від лімфатичних вузлів є відсутність капсули зі сполучної тканини, росткового центру і пазух (Seirfert 1923). Постає питання: яким чином регулюється кількісний склад імунокомпетентних клітин у некапсульованих скупченнях лімфоїдної тканини?

За результатами вчених, молочні плями можуть знаходитися не тільки в перитонеальній порожнині, але й у грудній (Panasco et al. 2010; Jackson-Jones et al. 2016; Bentkowska et al. 2023). Досі ведуться дискусії щодо відокремлення поняття «молочні плями» від целом-асоційованих та жирасоційованих лімфоїдних кластерів, однак найчастіше термін «молочні плями» вживається науковцями в контексті лімфоїдної тканини очеревини та її органів, а в грудній порожнині, зокрема в осерді, описуються целом- та жирасоційовані лімфоїдні кластери (Panasco et al. 2010; Kuper et al. 2021). Таким чином, таке питання імуноморфології все ще залишається відкритим. Усі ці структури вкриті мезотелієм і відповідають головно за підтримку та активацію саме В-клітин, як вважає К. Ф. Купер (2021), а основною відомою відмінністю є локалізація – жирова тканина або напівпорозорі ділянки серозних оболонок без адипоцитів. Питання функціонального стану целом- та жирасоційованих кластерів осердя потребує деталі-

зації виявлення окремих субпопуляцій лімфоцитів у них і допоможе з'ясувати роль вродженого і набутого імунітету в цьому органі.

Якісний склад лімфоїдних кластерів у нормі включає велику кількість макрофагів, субпопуляції  $V_{1a}$  і  $V_{1b}$  вроджених В-клітин,  $V_2$ -клітини, незрілі лімфоїдні клітини, а також НК-клітини та антигенпрезентуючі клітини (Elewa et al. 2014, 2016; Choi 2019). Наявність імунологічно незрілих лімфоїдних клітин робить лімфоїдні кластери самовідновлюваними структурами, однак важливо дослідити, чи перетворюються ці клітини в процесі дозрівання на В-клітини, які включені до якісного складу структури, чи можливе їх перетворення на Т-лімфоцити в разі дії різних антигенів, крім того, недостатньо вивчена морфологія імунокомпетентних клітин, що включені у целом- і жирасоційовані лімфоїдні кластери. За результатами наукових досліджень, можливі Т-залежні відповіді В-клітин на перитонеальні антигени в лабораторних тварин із відсутністю селезінки, лімфатичних вузлів і Паєрових бляшок, тож молочні плями перитонеальної порожнини виконують роль вторинних лімфоїдних органів (Rangel-Moreno et al. 2009). За аналогією, лімфоїдні кластери осердя теж можна віднести до периферичних органів імунного захисту, проте питання їх реактивності залишається відкритим.

В. Крішнан і К. Купер зі співавторами (Krishnan et al. 2012; Kuper et al. 2018) виявили, що по периферії лімфоїдного кластеру знаходяться резидентні макрофаги, а всередині – різні субпопуляції лімфоцитів, незрілі лімфоїдні та дендритні клітини. Діаметр макрофагів у молочних плямах людини становить 15–20 мкм, а В-лімфоцитів і Т-лімфоцитів – 7–10 мкм. За наявності дендритних клітин молочні плями і лімфоїдні кластери, що асоційовані з целомом та жировою тканиною, утворюють унікальну за своєю природою серозну імунну систему, яка функціонує з поєднанням вродженого і набутого імунітету (Janeway 2001; Kuper et al. 2018, 2021).

Актуальним нині є питання реактивності  $V_1$ -клітин, що знаходяться в лімфоїдній тканині осердя. З періоду раннього ембріогенезу вони є популяцією, що найбільш швидко зростає, а попередники саме субпопуляції  $V_1$ -лімфоцитів були виявлені ще в парааортальній спланхноплеврі на 9-й день гестації, проте в післянатальному періоді їх кількість знижується і є постійною в організмі (Godin et al. 1993; Kushch, Zlobina 2012). Вченими вже виявлено, що близько половини В-клітин, що знаходяться в грудній порож-

нині, є субпопуляціями  $V_1$ -лімфоцитів вродженого імунітету – sIgMhi, sIgDlow, CD11b+. Водночас субпопуляції CD5+ та CD5-, кількість яких сильно знижується в післянатальному періоді, є недостатньо задокументованими, тож їх функціональність і реактивність усе ще належить дослідити (Berland, Wortis 2002).

### **Експериментальні моделі**

Під час розгляду питання морфофункціональних змін осердя в експерименті важливим є розуміння чинників, за яких найімовірніше може утворюватися запальний процес. Це є доцільним для створення експериментальних моделей, що мають практичне значення для клінічної медицини та побудування вдосконалених терапевтичних стратегій. Ж. С. Сільвестр досліджував питання експериментального запалення осердя (Silvestre 2021), водночас А. Мауро з командою науковців вивчали ту ж проблему і довели, що універсальної експериментальної моделі для тварин немає (Mauro et al. 2021). Відсутність тваринних моделей пояснює обмежене розуміння наукою цієї проблеми та відсутність універсальних протизапальних методів усунення або зменшення процесу запалення, які терміново необхідні для зниження рівня захворюваності на хвороби серцево-судинної системи. У Тернопільському державному медичному університеті ім. І. Я. Горбачевського у 2012 році група науковців під керівництвом М. С. Гнатюка випустила патент на корисну модель експериментального перикардиту (Danylevych et al. 2012). Методику засновано на малоінвазивному доступі до осердя шляхом торакоскопії – осердя змочують тупфером зі спиртовим розчином йоду. Така експериментальна наукова модель може використовуватися для поставлення експерименту, проте вона потребує хоч і малоінвазивного, але хірургічного втручання в організм, що може вплинути на хід експерименту.

Одним зі способів моделювання запалення осердя є лабораторне аліментарне дієт-індуковане ожиріння, що сприяє відкладенню вісцерального жиру в осердній порожнині, чим викликає неінвазійний і неінфекційний системний запальний процес. Для цього можна вибрати експериментальну модель ожиріння японських учених під керівництвом К. Ойда, в якій вони досягають відкладення вісцерального жиру шляхом неонатального впливу на щурів, вводячи підшкірно розчин глутамату натрію (4 мг/г) на 2, 4, 6, 8 і 10-й день від народження (Oida et al. 1984). Цю методику моделювання ожиріння вже використовували у своїх експериментальних дослідженнях укра-

їнські науковці (Leshchenko et al. 2015). У даному випадку можна прослідкувати дію глутамату натрію в онтогенезі щура і механізм утворення запального процесу, однак ця методика теж має свої недоліки через великий відсоток летальних випадків у новонароджених особин.

Варіативним способом змоделювати аліментарне ожиріння за опосередкованого впливу глутамату натрію для утворення запального процесу в осерді є пероральне введення харчової добавки в раціон лабораторних тварин у дозуванні 0,07 г/кг/добу (Mateshuk-Vatseba et al. 2020). Цей патент на спосіб моделювання ожиріння в щурів розробили вчені з Тернопільського державного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського. У разі щоденного введення добавки впродовж тривалого часу моделюється ожиріння з вісцеральним відкладенням жирової тканини, що дозволяє збільшити епікардіальне жирове депо в розмірі, тим самим викликаючи запальні процеси в осерді за рахунок механічного впливу та метаболічних змін. Висвітлені способи досягнення запалення органу можуть установити подальші перспективи дослідження для розроблення ефективних методів діагностики та лікування.

У разі підбирання експериментальні моделі є необхідність дослідити реактивність ціломи і жиромасоційованих кластерів осердя, а також вплив лімфоцитів на морфогенетичні функції осердя, а надалі – й на функціональну активність цього органа. Натепер існує декілька методичних підходів щодо вивчення лімфоїдної тканини із застосуванням рутинних методик імуногістохімічних методів, як варіант, може бути застосований метод дослідження лімфоїдних популяцій за методом лектинової гістохімії, що є перспективою вивчення молочних плям, а також ціломи- та жиромасоційованих лімфоїдних кластерів (Lutsyk et al. 1983; Antoniuk 2005; Kushch 2014; Bilash 2017).

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

Узагальнюючи проведений огляд, можна зазначити, що осердя потрібно розглядати з позиції імунозалежного органу. Організовані структури лімфоїдної тканини, що присутні в органах ціломичної природи, виконують роль імуноасоційованих компонентів зі складно організованою будовою і мають свої чіткі особливості порівняно з іншими органами імунного захисту. Реактивність ціломи- та жиромасоційованих лімфоїдних кластерів в осерді та їх якісний склад усе ще є недостатньо вивченими, що є перспективою для подальших наукових досліджень.

- ANTONIUK, V.O. (2005) *Lektyny ta yikh syrovynni dzherela*. PP “Kvart”, Lviv.
- BENTKOWSKA, K., HARDGRAVE, A., IQBAL, N., GREASY, L., MARSDEN, B., MACHARIA, S., JACKSON-JONES, L. (2023) Pericardial and mediastinal fat-associated lymphoid clusters are rapidly activated in an alkane-induced model of systemic lupus erythematosus. *Discovery Immunology*, 2(1), kyad017.
- BERLAND, R., WORTIS, H.H. (2002). Origins and functions of B-1 cells with notes on the role of CD5. *Annual Review of Immunology*, 20, 253–300.
- BILASH, V.P. (2017) Lektynokhimichna kharakterystyka protokovoi systemy pidnyzhnioshelepnnykh slynnnykh zaloz liudyny ta deiakykh laboratornykh tvaryn u porivnialnomu aspekti. *Bulletin of Vinnytsia National Medical University*, 21(1), 231–235.
- CHOI, H.S. (2019) *The role of innate lymphoid cells in the heart and cardiac inflammation*. Ph.D. Thesis, Johns Hopkins University.
- DANYLEVYCH, Yu.O., HNATIUK, M.S., KOVALCHUK, M.F. (2012) *Sposib modelyuvannya perykardytu*. Patent Ukrainy, 75399.
- DUNAYEVSKA, O.F. (2016) Morfometrychni osoblyvosti limfoidnykh vuzlykiv selezinky khrebetnykh tvaryn. *Bulletin of the Problems of Biology and Medicine*, 4(2), 193–196.
- ELEWA, Y.H.A., ICHII, O., KON, Y. (2016) Comparative analysis of mediastinal fat-associated lymphoid cluster development and lung cellular infiltration in murine autoimmune disease models and the corresponding normal control strains. *Immunology*, 147, 30–40.
- ELEWA, Y.H.A., ICHII, O., OTSUKA, S., HASHIMOTO, Y., KON, Y. (2014) Characterization of mouse mediastinal fat-associated lymphoid clusters. *Cell and Tissue Research*, 357, 731–741.
- GANSHINA, I.V. (2016) Serous cavities of coelomic origin as possible organs of the immune system. *Biology Bulletin Reviews*, 6, 497–504.
- GLOBAL BURDEN OF DISEASE (2021) *Ischemic heart disease Seattle*. Available from: [https://www.healthdata.org/results/gbd\\_summaries/2019/ischemic-heart-disease-level-3-cause](https://www.healthdata.org/results/gbd_summaries/2019/ischemic-heart-disease-level-3-cause) (accessed 23.12.2023)
- GODIN, I.E., GARCIA-PORRERO, J.A., COUTINHO, A., DIETERLEN-LIÈVRE, F., MARCOS, M.A.R. (1993) Para-aortic splanchnopleura from early mouse embryos contains B1a cell progenitors. *Nature*, 364, 67–70.
- HORALSKY, L.P., DUNAYEVSKA, O.F., SOKULSKY, I.M., KOLESNIK, N.L. (2023) Osoblyvosti ontogenezu peryferuchnykh organiv imunnoho zakhystu u sobak. *Ukrainian Scientific and Medical Youth Magazine*, 138, 105–106.
- JACKSON-JONES, L.H., DUNCAN, S.M., MAGALHAES, M.S., CAMPBELL, S.M., MAIZELS, R.M., MCSORLEY, H.J., BÉNÉZECH, C. (2016) Fat-associated lymphoid clusters control local IgM secretion during pleural infection and lung inflammation. *Nature Communications*, 7(1), 12651.
- JANEWAY, C.A., TRAVERS, P., WALPORT, M., SHLOMCHIK, M.J. (2001) *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease*. Garland Science, New York.
- KHOMYCH, V.T., MAZURKEVYCH, T.A., DYSHLIUK, N.V., STEHNEY, ZH.G., USENKO, S.I. (2019) *Mizhnarodna veterynarna nomenklatura (Terminologichny slovnyk)* [International Veterinary Histological Nomenclature (Terminological Dictionary)]. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv (in Ukrainian).
- KRISHNAN, V., STADICK, N., CLARK, R., BAINER, R., VENERIS, J.T., KHAN, SH., DREW, A., RINKER-SCHAEFFER, C. (2012) Using MKK4's metastasis suppressor function to identify and dissect cancer cell-microenvironment interactions during metastatic colonization. *Cancer Metastasis Review*, 13(3-4), 605-613.
- KUPER, C.F., PIETERS, R.H., VAN BILSEN, J.H. (2021) Nanomaterials and the Serosal Immune System in the Thoracic and Peritoneal Cavities. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 2610.
- KUPER, C.F., VAN BILSEN, J., WIJNANDS, M.V. (2018) The serosal immune system of the thorax in toxicology. *Toxicological Sciences*, 164(1), 31–38.
- KUSHCH, O.G. (2014) Lektyny v imunomorpholohiyi. *World of Medicine and Biology*, 4(47), 150–157.
- KUSHCH, O.G., ZLOBINA O.V. (2012) Lektynhistokhimichna kharakterystyka limfoidnoyi tkany, asotsiyovanoi z plodovoyu chastynoyu platsenty, naprykintsi persoho period vahitnosti u shchuriv. *Zaporizhzhia Medical Journal*, 3, 89–91.
- LESHCHENKO, I.V., LAZARENKO, L.M., PRYBYTKO, I.Yu., FALALEYEVA, T.M., BEREHOVA, T.V. (2015) Antropometrychni pokaznyky u shchuriv za umov, vyklykanoho neonatalnym vvedennyam hlutamatu natriyu, ta profilaktichno-likuvalnoho vvedennya probiotychnykh shtamiv laktobatsyl ta bifidobakteriy. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*, 4(2), 180–185.



- LUTSYK, M.D., PANASIUK, Ye.N., ANTONIUK, V.A., LUTSYK, A.D., LADNAIA, L.Ya. (1983) *Metody issledovaniya uglevodnoy spetsyfichnosti lektinov (metoduchesiye rekomendatsyi)*, Vysshaya Shkola, Lviv.
- MATESHUK-VATSEBA, L.R., HARAPKO, T.V., KYRYK, KH.A., BLYSHCHAK, N.B., PRYMACHENKO, V.I., PIDVALNA, U.YE., BEKESEVYCH, A.M., HRESKO, N.I., LYTVAK, Yu.B., SODOMORA, O.O., SAVKA, I.I., BORYS, R.YA., DZHALILOVA, E.A. (2020) *Sposib modeliuvanna eksperymentalnoho alimentarnoho ozhyrinnia oposedkovanyim vplyvom hlutamatu natriiu*. Patent Ukrayiny, 144191.
- MAURO, A.G., BONAVENTURA, A., VECCHIÉ, A. MEZZAROMA, E., CARBONE, S., NARAYAN, P., POTERE, N., CANNATÀ, A., PAOLINI, J.F., BUSSANI, R., MONTECUCCO, F., SINAGRA, G., VAN TASSEL, B.W., ABBATE, A., TOLDO, S. (2021) The role of NLRP3 inflammasome in pericarditis: potential for therapeutic approaches. *Basic to Translational Science*, 6(2), 137–150.
- MICHAILOVA, K.N., USUNOFF, K.G. (2006) *Serosal membranes (Pleura, Pericardium, Peritoneum): normal structure, development and experimental pathology*. Springer Science & Business Media, Berlin.
- MORI, S., HANNA, P., DACEY, M.J., TEMMA, T., HADAYA, J., ZHU, C., CHANG, G., PEACOCK, W.J., FISHBEIN, M.C., SHIVKUMAR, K. (2022) Comprehensive anatomy of the pericardial space and the sardiac hilum: Anatomical dissections with intact pericardium. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 15(5), 927–942.
- NEFIODOV, O.O., BILYSHKO, D.V., KUSHNARIOVA, K.A., SHEVCHENKO, O.S., SHATORNA, V.F., KEFELI-YANOVSKA, O.I., KOZLOVSKA, O.G. (2020) Vyznachennya vplyvu kadmiyu na pokaznyky embriohenezu pry izoliovanomu vvedenni ta v kombinatsiyi z tsytratamy seleni ta hermaniyu. *Medical Perspectives*, 25(1), 24–31 (in Ukrainian).
- NEFIODOVA, O.O., HALPERIN, O.I., SHATORNA, B.F., SHEVCHENKO, I.V., DEMIDENKO, Yu.V., PRYDYUS, I.O., MIASOYID, Yu.P. (2020). Eksperymentalne vyznachennya nakopychennya v sertsii embrioniv soley kadmiyu ta yih vplyvu na emriogenez shchura. *Medical Perspectives*, 25(3), 8–16.
- OIDA, K., NAKAI, T., HAYASHI, T., MIYABO, S., TAKEDA, R. (1984) Plasma lipoproteins of monosodium glutamate-induced obese rats. *International Journal of Obesity*, 8(5), 385–391.
- PANASCO, M.S., PELAJO-MACHADO, M., LENZI, H.L. (2010) Omental and pleural milky spots: different reactivity patterns in mice infected with *Schistosoma mansoni* reveals coelomic compartmentalisation. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105, 440–444.
- PARUNGO, C.P., SOYBEL, D.I., COLSON, Y.L., KIM, S.-W., OHNISHI, S., DE GRAND, A.M., LAURENCE, R.G., SOLTESZ, E.G., CHEN, F.Y., COHN, L.H., BAWENDI, MG, FRANGIONI, JV. (2007) Lymphatic drainage of the peritoneal space: a pattern dependent on bowel lymphatics. *Annals of Surgical Oncology*, 14, 286–298.
- PEREZ-SHIBAYAMA, C., LUDEWIG, B. (2015) Tuning up FALCs: Immunological shielding in the body cavities. *Nature Immunology*, 16, 796–798.
- PYKALYUK, V.S., OSMANOV A.Yu. (2011) *Philo-, ontohenes organiv i system liudyny*. Dolya, Simpheropol.
- RANGEL-MORENO, J., MOYRON-QUIROZ, J.E., CARRAGHER, D. M., KUSSER, K., HARTSON, L., MOQUIN, A., RANDALL, T. D. (2009) Omental Milky Spots Develop in the Absence of Lymphoid Tissue-Inducer Cells and Support B and T Cell Responses to Peritoneal Antigens. *Immunity*, 30, 731–743.
- RANVIER, L. (1874) Du developpement et de l'accroissement des vaisseaux sanguins. *Archives de Physiologie Normale et Pathologique*, 6, 429–449.
- SEIRFERT, E. (1923) Studien am Omentum majus des Menschen. Langenbecks. *Archiv der Klinischen Chirurgie*, 123, 608–683.
- SHATORNA, V., LOMYGA, L. (2023) Zminy pokaznykiv embriotoksychnosti khlorody kadmiyu pry kombinovanomu vvedenni z suksynatamy tsynku ta midi v khronichnomu eksperymenti na shchurah. *Current Problems of Modern Medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 23(4), 247–252.
- SIKACHYNA, S.F. (2004) *Ranni stadii embrionalnoho rozvytku silskohospodarskyh tvaryn*. Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro.
- SILVERSTRE, J.-S. (2021) Modeling Acute Pericarditis: An Inflammatory Step Toward Tailored Therapeutic Strategies. *Basic to Translational Science*, 6(2), 151–153.
- TREUTING, P.M., DINTZIS, S., MONTINE, K.S. (2018) *Comparative anatomy and histology: a mouse, rat, and human atlas*. Elsevier Inc. Academic Press, Cambridge.
- ZERRBINO, D.D., BAGRIYA, M.M., BODNARA, Ya.Ya., DIBROVY, V.A. (2016) *Patomorfologia ta histologia: atlas*. Nova Knyha, Vynnytsia.

## **PGP: ПЛАТФОРМА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ГЕНОМНОЇ РІЗНОМАНІТНОСТІ**

Валтер ВОЛФСБЕРГЕР<sup>1</sup>, Христина ЩУБЕЛКА<sup>1,2</sup>, Ольга Т. ОЛЕКСИК<sup>4</sup>, Ярослава ГАСИНЕЦЬ<sup>2</sup>, Сільвія ПАЦКУН<sup>3</sup>, Михайло ВАКЕРИЧ<sup>2,6</sup>, Роман КІШ<sup>2</sup>, Віолета МІРУТЕНКО<sup>2</sup>, Владислав МІРУТЕНКО<sup>2</sup>, Коралія Адіна КОТОРАЧІ<sup>5</sup>, Калін ПОП<sup>5</sup>, Олімпія НЕАГУ<sup>5</sup>, Корнель БАЛТЕ<sup>5</sup>, Хільдегарда ГЕРМАН<sup>5</sup>, Паула МАРЕ<sup>5</sup>, Сімона ДУМІТРА<sup>5</sup>, Горацію ПАПІУ<sup>5</sup>, Анка ГЕРМЕНЕАН<sup>5</sup>, Тарас К. ОЛЕКСИК<sup>1,2</sup>

*Популяційні геномні проекти відіграють ключову роль у глобальних зусиллях з дослідження різноманіття геномів людських популяцій. Різноманітні бар'єри ускладнюють такі ініціативи, серед яких відсутність біоінформатичних знань та відтворюваних стандартизованих методів популяційного аналізу становлять одну з основних перешкод, що обмежують їхній потенціал. Масштабовані, автоматизовані та зручні у використанні обчислювальні конвеєри можуть допомогти дослідникам із мінімальними навичками програмування подолати ці виклики без необхідності глибокого вивчення біоінформатики. PopGenPlayground (PGP) – це оптимізований обчислювальний конвеєр, що працює за допомогою єдиної команди, розроблений для аналізу геноміки людських популяцій з використанням системи управління робочими процесами Snakemake. Створений для автоматизації вторинного аналізу даних національних геномних проектів, він використовує загальнодоступні геномні бази даних для порівняльного аналізу та анотації варіантів. PGP є мультиплатформним і надійним обчислювальним конвеєром для популяційного аналізу, який спрощує процес аналізу та знижує вимоги до рівня знань, необхідних для проведення початкового популяційного аналізу в рамках національного геномного проекту. PGP забезпечує комплексний інструментарій для вторинного аналізу, який можна використовувати як на персональному комп'ютері, так і на віддалених високопродуктивних обчислювальних платформах.*

**Ключові слова:** обчислювальний конвеєр, біоінформатика, геноми.

<sup>1</sup>Відділ біологічних наук, Оклендський університет, Рочестер, Мічиган 48309, США;

<sup>2</sup>Біологічний факультет, Ужгородський національний університет, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: [khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua](mailto:khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua);

<sup>3</sup>Медичний факультет № 2, Ужгородський національний університет, Ужгород, 88000, Україна;

<sup>4</sup>Закарпатська обласна клінічна лікарня імені А. Новака, Ужгород, 88000, Україна;

<sup>5</sup>«Vasile Goldiș» Західний університет Арада, 94–96, Revoluției Bld., Арад, 310025, Румунія;

<sup>6</sup>Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, Слов'янська наб., 25, Ужгород, 88000, Україна.

**PGP: A Platform for Comprehensive Analysis of Genomic Diversity. Shchubelka K.<sup>1,2</sup>, Wolfsberger W.<sup>1</sup>, Oleksyk O. T.<sup>4</sup>, Hasynets Ya.<sup>2</sup>, Patskun S.<sup>3</sup>, Vakerych M.<sup>2,6</sup>, Kish R.<sup>2</sup>, Mirutenko V.<sup>2</sup>, Mirutenko V.I.<sup>2</sup>, Cotoraci C. A.<sup>5</sup>, Pop C.<sup>5</sup>, Neagu O.<sup>5</sup>, Baltă C.<sup>5</sup>, Herman H.<sup>5</sup>, Mare P.<sup>5</sup>, Dumitra S.<sup>5</sup>, Papiu H.<sup>5</sup>, Hermenean A.<sup>5</sup>, Oleksyk T.<sup>1,2</sup>**

*Population genomic projects are essential in the current drive to map the genome diversity of human populations across the globe. Various barriers persist hindering these efforts, and the lack of bioinformatic expertise and reproducible standardized population-scale analysis is one of the major challenges limiting their discovery potential. Scalable, automated, user-friendly pipelines can help researchers with minimum programming skills to tackle these issues without extensive training. PopGenPlayground (PGP), is a streamlined, single-command computation pipeline designed for human population genomics analysis based on Snakemake workflow management system. Developed to automate secondary analysis of a previously published national genome project, it leverages the publicly available genomic databases for comparative analysis and annotation of variant calls. PGP presents a multi-platform robust population analysis pipeline, that reduces the time and the expertise levels to perform the main core of population*



analysis for a national genome project. PGP provides a comprehensive secondary analysis tool and can be used to perform analysis on a personal computer or using a remote high-performance computing platform.

**Key words:** computational pipeline, bioinformatics, genomes.

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Oakland University, Rochester, MI 48309, USA.

<sup>2</sup>Faculty of Biology, Uzhhorod National University, Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua;

<sup>3</sup>Faculty of Medicine #2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, 88000, Ukraine;

<sup>4</sup>A. Novak Transcarpathian Regional Clinical Hospital, Uzhhorod, 88000, Ukraine;

<sup>5</sup>"Vasile Goldiș" Western University of Arad, 94–96, Revoluției Bld., Arad 310025, Romania;

<sup>6</sup>Transcarpathian scientific research expert and forensic center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 25, Slovianska nab., Uzhhorod, 88000, Ukraine.

## Вступ

Стрімкий розвиток популяційної геноміки значною мірою можна пояснити розвитком технологій секвенування й аналізу даних та експоненціальним збільшенням обсягу даних, що генеруються в цій галузі (McGuire et al. 2020). За своєю суттю (тобто аналіз великих масивів даних із численних зразків) вона тісно пов'язана з розвитком біоінформатичних підходів та впровадженням сучасних обчислювальних методів аналізу даних (Bartlett et al. 2017). Використання новітнього програмного забезпечення та алгоритмів біоінформатики дозволяє дослідникам ефективно аналізувати потоки необроблених даних послідовностей, ідентифікувати варіанти, прогнозувати їх функціональні наслідки та досліджувати розподіл генетичних варіацій як у середині, так і між популяціями, що представляють інтерес. Проекти з геноміки людських популяцій є важливим етапом на шляху до розроблення інформаційних ресурсів та підходів у сфері персоналізованої медицини та передових медичних технологій.

Біоінформатика спростила інтеграцію різноманітних типів даних у дослідженнях популяційної геноміки та відкрила шлях для пошуку відповідей на питання, що охоплюють кілька дисциплін одночасно. Наприклад, сучасні підходи інтегрують геномні дані з екологічними, фенотиповими та географічними даними для аналізу впливу різних факторів на генетичні варіації як у межах, так і між популяціями (Van Assche et al. 2015). Цей інтегративний підхід значно поглибив наше розуміння популяційної геноміки. Однак щораз більша складність сучасних досліджень, поєднана з відносною новизною та відсутністю стандартизованих методик аналізу, створює значні перешкоди для дослідницьких груп, які розпочинають свої проекти в галузі популяційної геноміки. Біоінформатика відкрила доступ до цих можливостей, але це не означає, що дані можливості є доступними більшості науковців.

Типовий біоінформатичний аналіз будь-якого геномного дослідження включає перелік інструментів та проміжних етапів маніпуляції даними, що диктує вимоги, які постійно зростають, до рівня підготовки фахівців та змушує їх спеціалізуватися у вузьких нішах (Bartlett et al. 2017). Одним із вирішень цієї проблеми є інтеграція кількох кроків та повторюваних процедур аналізу в єдиний робочий процес чи конвеєр. Оптимізація, стандартизація та масштабування біоінформатичних конвеєрів у поєднанні з обміном знаннями дозволяють значно покращити доступність біоінформатики. Такі ініціативи мають потенціал демократизувати дослідження в галузі геноміки, дозволяючи більшій кількості дослідників брати участь в аналізі повногеномних даних та спрощують процес масштабування аналізу для великих даних.

## Призначення

*PopGenPlayground (PGP)* створений для спрощення вторинного аналізу геноміки популяцій на основі файлів виклику варіантів (VCF). Пакет PGP розміщено на GitHub (Wolfsberger 2023), і він інтегрує широкий спектр методів популяційної геноміки (Табл. 1) в єдиний, зручний для користувача робочий процес. Цей конвеєр автоматизує ключові процедури в аналізі популяційної геноміки включно з обробленням даних, візуалізацією, конвертацією форматів і фазуванням, зменшуючи потребу в ручній роботі та підвищуючи ефективність. PGP використовує систему управління робочими процесами *Snakemake* для забезпечення ізольованих обчислювальних середовищ на кожному етапі аналізу, мінімізуючи вплив зовнішніх факторів на результат аналізу (Köster et al. 2021). Конвеєр підтримує масштабування для роботи у високопродуктивних обчислювальних системах, що робить його придатним для аналізу великих даних. PGP має просту конфігурацію і не вимагає від користувачів глибоких знань з біоінформатики для його запуску.

## Застосування

PGP було розроблено з використанням системи управління робочими процесами *Snakemake* та мови опису правил, що базується на *Python* (Köster et al. 2021). Конвеєр інтегрує різноманітні біоінформатичні інструменти, які детально описано в Таблиці 1, для проведення аналізу даних та виконує проміжкові кроки з трансформації даних за допомогою команд Unix shell, мови програмування Python з використанням бібліотеки *Pandas* і модуля виконання точного статистичного тесту Фішера (FET). Конвеєр використовує загальнодоступні геномні бази даних. Порівняльний аналіз конвеєра використовує бази даних проекту *International Genome Sample Resource* (IGSR) (Fairley et al. 2020), анотація – базу *Ensembl VEP* (McLaren et al. 2016), а дані *NCBI ClinVar* (Landrum et al. 2016) інтегровані для анотації клінічних медичних варіантів.

Етапи аналізу PGP визначені як правила, які система виконує для створення необхідних вихідних файлів. Залежності між правилами встановлюються автоматично на основі заданих вхідних

та вихідних файлів. Інтеграція системи управління пакетами Conda (Anaconda Software Distribution 2020) дозволяє обробляти програмні залежності кожного етапу робочого процесу. PGP-конвеєр застосовує «лінивий» підхід до виконання правил, розв'язуючи їх у зворотному порядку, починаючи з кінцевого бажаного вихідного файлу та перевіряючи папку з даними на наявність результатів попередніх виконаних етапів. Це дозволяє відновлювати аналіз після переривання, без необхідності повторного виконання успішно завершених етапів. Автономні звіти забезпечують прозорість результатів та моніторинг процесу виконання етапів, параметрів, коду та програмного забезпечення.

У своїй конфігурації конвеєр PGP має мінімалістичні вимоги. Після первинної інсталяції *Snakemake* та його залежностей (Köster et al. 2021) користувач завантажує геномний файл з даними у форматі VCF. Вхідні дані включають усі генетичні варіанти досліджуваної популяції та тризначні коди популяцій з проекту IGSR (Fairley et al. 2020). Якщо немає потреби виконувати кожен етап аналізу, в конфігураційному файлі можна

Таблиця 1. Аналізи, включені в конвеєр PopGenPlayground

Table 1. Analyzes included in the PopGenPlayground pipeline

Програмне забезпечення\ Інструмент	Клас	Мета	Посилання
BCFtools	Оброблення даних, VCF-аналіз	Надає можливість об'єднання та перетину виклику файлів варіантів, виводить статистику для порівняльних досліджень	(Danecek et al. 2021)
Whole Genome Sequencing Variant Call Files IGSR database	Порівняльний аналіз	Надає можливість проводити порівняльний популяційний аналіз певними інструментами	(Fairley et al. 2020)
PLINK2	Ідентифікація близькості за походженням, робота з даними, тест PCA	Оцінювання інбридингу та спорідненості, структури популяції, обрізка геномних зчеплень, конвертація даних	(Chang et al. 2015)
ADMIXTURE	Кластеризація і характеристика змішування	Групування індивідумів у кластери з максимізацією рівноваги HW та LD між локусами	(Alexander et al. 2009)
detectRUNS (R package)	Прогони гомозиготності, Інбридинг на основі прогонів гомозиготності	Оцінювання інбридингу і спорідненості, виявлення сигналів добору	(Chang et al. 2015; Marras et al. 2015)
Shapeit4	Фазування викликів варіантів	Виявлення гаплотипів, імпутація даних	(Delaneau et al. 2008)
Ensembl VEP	Анотація варіантів	Поєднує кілька підходів до анотації для оцінювання впливу варіацій на фенотип	(McLaren et al. 2016)
Python programming language and Pandas data analysis library	Інструменти аналізу даних	Генерація звітів, візуалізація та оброблення даних	-

встановити бінарну змінну для активації або деактивації визначених аналітичних етапів. Процеси в конвеєрі виконуються відповідно до порядку команд, наведеного на рисунку 1.

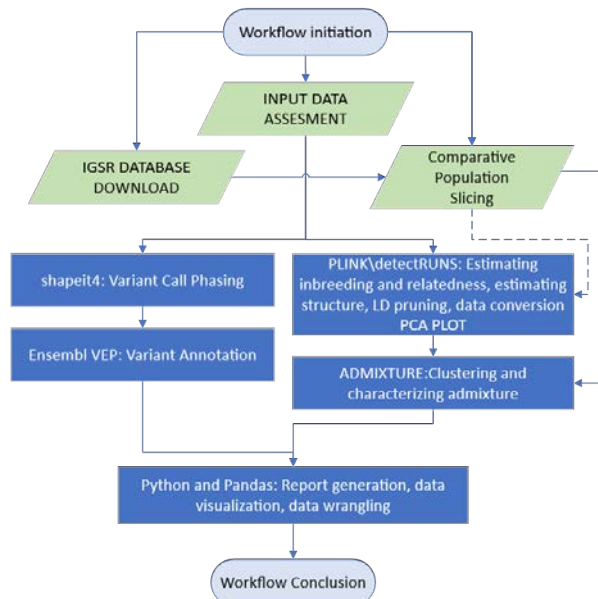


Рис. 1. Схема обчислювального конвеєра PopGenPlayground (PGP)

Fig. 1. Schematic of the PopGenPlayground (PGP) computational pipeline

## Результати

Розроблений для відтворення результатів наявного аналізу в рамках національного проекту з геноміки, обчислювальний конвеєр PGP здатен відтворювати повний аналіз популяційної геноміки, проведений у попередньому дослідженні населення України (Oleksyk et al. 2021). Для відтворення результатів за допомогою конвеєра потрібен мінімальний досвід та базове розуміння командного рядка, аналогічного до Unix shell. PGP використовує публічні наукові бази даних і генерує результати, які надають цінну інформацію для популяційних проектів.

PGP надає детальний огляд варіацій популяційних послідовностей цілого геному, даючи уявлення про загальну кількість послідовностей, середнє покриття та варіації, такі як однонуклеотидні поліморфізми (SNP) біалельні, мультиалельні варіанти, малі інделі, делеції, вставки та структурні варіанти. Додаткова таблиця детально описує зведену анотацію різних геномних елементів, включаючи кількість алелів та їх розподіл у різних геномних локаціях, як-от екзони, інтрони та міжгенні області. Нарешті, він надає дані для порівняльного попарного аналізу популяційних досліджень та всіх популяцій, виділених з IGSR (Fairley et al. 2020),

виділяючи варіанти, які статистично відрізняються за частотою згідно з точним тестом Фішера.

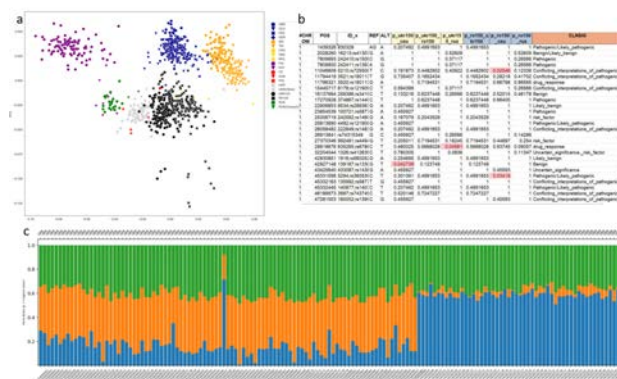


Рис. 2. Приклад ілюстрації, створеної за допомогою обчислювального конвеєра PopGenPlayground (PGP): а) графік принципів компонентів PCA геномної різноманітності досліджуваних популяцій (Oleksyk et al. 2021) у поєднанні з популяціями з бази даних IGSR (Fairley et al. 2020); б) виклики варіантів з анотацією та попарною інформацією про точний тест Фішера на частоти алелів; в) фрагмент графіка структури досліджуваної популяції (Oleksyk et al. 2021) та IGSR-популяції (Fairley et al. 2020)

Fig. 2. An example of an illustration created using the PopGenPlayground (PGP) computational pipeline: а) graph of the principal components of PCA genomic diversity of the studied populations (Oleksyk et al. 2021) in combination with populations from the IGSR database (Fairley et al. 2020); б) variant calls with annotation and pairwise information about Fisher's exact test on allele frequencies; в) a fragment of the graph of the structure of the studied population (Oleksyk et al. 2021) and the IGSR population (Fairley et al. 2020)

На додаток, PGP створює різноманітні графіки та пов'язані з ними набори даних, використовуючи мову програмування *Python* та бібліотеки для аналізу даних. Результати кластерного аналізу узагальнено на графіках PCA (Рис. 2а) та ADMIXTURE (Рис. 2с), що ілюструють взаємозв'язки між зразками всередині генеральної сукупності та їх порівняльний аналіз з популяціями, виділеними з IGSR. Варіанти з анотаціями та попарною інформацією про точний тест Фішера для частот алелів можна завантажити у форматі таблиці. Приклад виводу графіків, створених за допомогою PGP, показано на рисунку 2.

## Висновки, подальші напрямки

Щоб задовольнити щораз більший попит та підвищити доступність сучасних методів



аналізу популяційної геноміки, ми розробили біоінформатичний обчислювальний конвеєр *PopGenPlayground* (PGP). PGP забезпечує зручний та ефективний доступ до аналізу повногеномних даних для популяційної геноміки. За допомогою системи управління робочими процесами *Snakemake* PGP ефективно інтегрує різноманітні типи даних та використовує кілька біоінформатичних інструментів, оптимізуючи процес аналізу. Структура конвеєра базується на попередньому досвіді аналізу геноміки популяцій в опублікованому національному проєкті з геноміки (Oleksyk et al. 2021) та інтегрує публічні геномні бази даних для порівняльного аналізу та анотації варіантів. Розміщений на GitHub (Wolfsberger 2023), PGP сприяє співпраці та подальшому розвитку конвеєра. Сфера популяційної геноміки постійно розвивається, включаючи нові інструменти та важливі набори даних. Можливість інтеграції нових інструментів в аналіз забезпечує потенціал

щодо розвитку PGP, розширюючи його аналітичні можливості завдяки включенню новіших наборів даних та інструментів.

#### **Доступність програмного забезпечення**

Повний конвеєр та інструкції з використання конвеєра *PopGenPlayground* (PGP) доступні на GitHub (Wolfsberger 2023).

#### **Фінансування**

Фінансування проєкту було надано проєктом 2SOFT/1.2/48 «Партнерство для геномних досліджень в Україні та Румунії» Спільної операційної програми Румунія-Україна через Європейський інструмент сусідства (ENI).

#### **Подяки**

Цей конвеєр є частиною інфраструктури біоінформатики, що розвивається в Україні. Дякуємо всім учасникам *BioinformaticsForUkraine.com* та Консорціуму «Геномне різноманіття в Україні», які працювали з нами над розробленням інструментів для цього проєкту.

ALEXANDER, D.H., NOVEMBRE, J., LANGE, K. (2009) Fast model-based estimation of ancestry in unrelated individuals. *Genome Research*, 19(9), 1655–1664. DOI: 10.1101/GR.094052.109

ANACONDA SOFTWARE DISTRIBUTION (2020) *In: Anaconda Documentation*. Anaconda Inc. Available at: <https://docs.anaconda.com/>

BARTLETT, A., PENDERS, B., LEWIS, J. (2017) Bioinformatics: Indispensable, yet hidden in plain sight? *BMC Bioinformatics*, 18(1), 1–4. DOI: 10.1186/S12859-017-1730-9/METRICS

CHANG, C.C., CHOW, C.C., TELLIER, L.C.A.M., VATTIKUTI, S., PURCELL, S.M., LEE, J.J. (2015) Second-generation PLINK: Rising to the challenge of larger and richer datasets. *GigaScience*, 4(1), 7. DOI: 10.1186/s13742-015-0047-8

DANECEK, P., BONFIELD, J.K., LIDDLE, J., MARSHALL, J., OHAN, V., POLLARD, M.O., WHITWHAM, A., KEANE, T., MCCARTHY, S.A., DAVIES, R.M. (2021) Twelve years of SAMtools and BCFtools. *GigaScience*, 10(2). DOI: 10.1093/GIGASCIENCE/GIAB008

DELANEAU, O., COULONGES, C., ZAGURY, J.F. (2008) Shape-IT: New rapid and accurate algorithm for haplotype inference. *BMC Bioinformatics*, 9, 1–14. DOI: 10.1186/1471-2105-9-540

FAIRLEY, S., LOWY-GALLEGU, E., PERRY, E., FLICEK, P. (2020) The International Genome Sample Resource (IGSR) collection of open human genomic variation resources. *Nucleic Acids Research*, 48(D1), D941–D947. DOI: 10.1093/NAR/GKZ836

KÖSTER, J., MÖLDER, F., JABLONSKI, K.P., LETCHER, B., HALL, M.B., TOMKINS-TINCH, C.H., SOCHAT, V., FORSTER, J., LEE, S., TWARDZIOK, S.O., KANITZ, A., WILM, A., HOLTGREWE, M., RAHMANN, S., NAHNSEN, S. (2021) Sustainable data analysis with Snakemake. *F1000Research*, 10, 33. DOI: 10.12688/f1000research.29032.2

LANDRUM, M.J., LEE, J.M., BENSON, M., BROWN, G., CHAO, C., CHITIPIRALLA, S., GU, B., HART, J., HOFFMAN, D., HOOVER, J., JANG, W., KATZ, K., OVETSKY, M., RILEY, G., SETHI, A., TULLY, R., VILLAMARIN-SALOMON, R., RUBINSTEIN, W., MAGLOTT, D. R. (2016) ClinVar: public archive of interpretations of clinically relevant variants. *Nucleic Acids Research*, 44(D1), D862–D868. DOI: 10.1093/nar/gkv1222

MARRAS, G., GASPA, G., SORBOLINI, S., DIMAURO, C., AJMONE-MARSAN, P., VALENTINI, A., WILLIAMS, J.L., MACCIOTTA, N.P.P. (2015) Analysis of runs of homozygosity and their relationship with inbreeding in five cattle breeds farmed in Italy. *Animal Genetics*, 46(2), 110–121. DOI: 10.1111/AGE.12259

MCGUIRE, A.L., GABRIEL, S., TISHKOFF, S.A., WONKAM, A., CHAKRAVARTI, A., FURLONG, E.E.M., TREUTLEIN, B., MEISSNER, A., CHANG, H., LÓPEZ-BIGAS, N., SEGAL, E., KIM, J.-S. (2020) The road ahead in genetics and genomics. *Nature Reviews Genetics*, 21(10), 581–596. DOI: 10.1038/s41576-020-0272-6

- MCLAREN, W., GIL, L., HUNT, S.E., RIAT, H.S., RITCHIE, G.R.S., THORMANN, A., FLICEK, P., CUNNINGHAM, F. (2016) The Ensemble Variant Effect Predictor. *Genome Biology*, 17(122). DOI: 10.1186/S13059-016-0974-4
- OLEKSYK, T.K., WOLFSBERGER, W.W., WEBER, A.M., SHCHUBELKA, K., OLEKSYK, O.T., LEVCHUK, O., PATRUS, A., LAZAR, N., CASTRO-MARQUEZ, S.O., HASYNETS, Y., BOLDYZHAR, P., NEYMET, M., URBANOVYCH, A., STAKHOVSKA, V., MALYAR, K., CHERVYAKOVA, S., PODOROHA, O., KOVALCHUK, N., RODRIGUEZ-FLORES, J.L., ZHOU, W., MEDLEY, S., BATTISTUZZI, F., LIU, R., HOU, Y., CHEN, S., YANG, H., YEAGER, M., DEAN, M., MILLS, R.E., SMOLANKA, V. (2021) Genome diversity in Ukraine. *GigaScience*, 10(1), 1–14. DOI: 10.1093/GIGASCIENCE/GIAA159
- VAN ASSCHE, R., BROECKX, V., BOONEN, K., MAES, E., DE HAES, W., SCHOofs, L., TEMMERMAN, L. (2015) Integrating – Omics: Systems Biology as Explored Through *C. elegans* Research. *Journal of Molecular Biology*, 427(21), 3441–3451. DOI: 10.1016/J.JMB.2015.03.015
- WOLFSBERGER, W.W. (2023) *PopGenPlayground* (0.1). Available at: [https://github.com/wwolfsberger/OU\\_popgen\\_playground](https://github.com/wwolfsberger/OU_popgen_playground)



## A REVIEW OF THE SUBFAMILY MYCETOPORINAE THOMSON, 1859 (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) IN EASTERN UKRAINE

Sergii GLOTOV<sup>1,2,3</sup>

*The paper summarizes all known information about the findings of the subfamily Mycetoporinae Thomson, 1859 in eastern Ukraine, based on the study of collections stored in the country, collected in the Donetsk, Luhansk, Kharkiv, and Sumy administrative regions of Ukraine. As a result of the study, it was found that the subfamily Mycetoporinae is represented in the fauna of the region (Bolitobius – 1 species; Carphacis – 1 species; Ischnosoma – 2 species; Lordithon – 6 species; Mycetoporus – 3 species). The data on ecological features and distribution of the identified species are presented. The obtained results can be used for solving a number of theoretical issues of faunistics, zoogeography and ecology, as well as for the preparation of the fauna cadastre of Ukraine, for comparative faunal studies, analysis of species distribution, biogeographical constructions, study of faunogenesis, environmental monitoring and prediction of the effects of human activity on natural ecosystems of the region.*

**Key words:** rove beetles, subfamily Mycetoporinae, fauna, Eastern Ukraine.

<sup>1</sup>State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, 18, Teatralna st., Lviv 79008, Ukraine; e-mail: [sergijglotov@gmail.com](mailto:sergijglotov@gmail.com);

<sup>2</sup>State Institution National Antarctic Scientific Center, Ministry of Education and Science of Ukraine, 16, Taras Shevchenko Blvd., Kyiv 01601, Ukraine;

<sup>3</sup>Luhansk Nature Reserve of Ukraine, National Academy of Sciences of Ukraine, 95, Rubizhna str., Stanytsia Luhanska, Luhansk Region 93602, Ukraine.

### **Огляд підродин Mycetoporinae Thomson, 1859 (Coleoptera, Staphylinidae) сходу України. Глотов С.<sup>1,2,3</sup>**

*У роботі узагальнено всі відомі відомості про знахідки підродини Mycetoporinae Thomson, 1859 на сході України на основі вивчення колекцій, що зберігаються на території держави, зібраних на території Донецької, Луганської, Харківської та Сумської адміністративних областей України. У результаті проведеного дослідження встановлено, що підродина Mycetoporinae у фауні регіону представлена (Bolitobius – 1 вид; Carphacis – 1 вид; Ischnosoma – 2 види; Lordithon – 6 видів; Mycetoporus – 3 види). Наведено дані про екологічні особливості та поширення виявлених видів. Отримані результати можуть бути використані для вирішення низки теоретичних питань фауністики, зоогеографії та екології, а також для підготовки кадастру фауни України, порівняльних фауністичних досліджень, аналізу поширення видів, біогеографічних побудов, вивчення фауногенезу, екологічного моніторингу та прогнозування наслідків діяльності людини на природні екосистеми регіону.*

**Ключові слова:** жуки-стафілініди, підродина Mycetoporinae, фауна, схід України.

<sup>1</sup>Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна, 18, Львів, 79008, Україна; e-mail: [sergijglotov@gmail.com](mailto:sergijglotov@gmail.com);

<sup>2</sup>Державна установа «Національний Антарктичний Науковий Центр» Міністерства освіти і науки України, бульвар Тараса Шевченка, 16, Київ, 01601, Україна;

<sup>3</sup>Луганський природний заповідник НАН України, 93602, Луганська область, Станиця Луганська, вул. Рубіжна, 95.

### **Introduction**

Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) is one of the largest families of beetles; to date, the world fauna comprises more than 66,928 species belonging to 35 subfamilies and 4,038 genera (Newton 2022). More than 1,300 species are known in the fauna of Ukraine (Schülke, Smetana 2015). The representatives of the

family are ubiquitous in all-natural zones of the planet, inhabit almost all terrestrial natural and anthropogenic biotopes, take an active part in the activities of natural and artificial biogeocenoses. Larvae and imagoes of rove beetles actively inhabit forest cover, plant and animal remains, animal excrement, fungi. A number of progressive adaptive features have led to the emergence

of specialized forms which successfully coexist with other animals, living in caves, burrows of mammal, nests of birds and social insects (Thayer 2005).

Subfamily Mycetoporinae Thomson, 1859 currently includes a fairly large group of genera and has recently been distinguished based on the results of morphology-based phylogenetic analyses (Yamamoto 2021). Sixteen genera, 444 species, and 15 subspecies are known in the world fauna (Newton 2022). In the fauna of Ukraine, the subfamily Mycetoporinae is represented by the genera *Bolitobius* Leach, 1819, *Bryophacis* Reitter, 1909, *Bryoporus* Kraatz, 1857, *Carphacis* Gozis, 1886, *Ischnosoma* Stephens, 1829, *Lordithon* Thomson, 1859, *Mycetoporus* Mannerheim, 1830, *Parabolitobius* L.-Z. Li, M.-J. Zhao & Sakai, 2000. Representatives of the subfamily Mycetoporinae are collected in any biodiversity-related studies, but rarely used in such research. Neglecting this group is unfortunate for science and stems from practical hindrance such as lack of comprehensive identification manuals, up-to-date checklists or regional faunal reviews.

Information on finds of the subfamily Mycetoporinae in Eastern Ukraine is fragmentary and presented in scattered faunal reports for the Luhansk (Petrenko et al. 2003; Petrenko, Glotov 2008), Kharkiv (Krynicky 1832; Gontarenko 2005; Glotov, Drovalenko 2022; Glotov, Terekhova 2022), and Sumy (Petrenko 2009; Petrenko, Sheshurak 2013; Glotov et al. 2022) regions. The purpose of this work is to begin faunal surveys of different subfamilies of the family Staphylinidae of the fauna of the eastern regions of Ukraine, as part of the preparation of a checklist of rove beetles of the fauna of Ukraine.

#### Material and methods

The study was based on the collections of the author, which have been sampled over many years and are currently deposited in the State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv (SMNH). Specimens stored in the collections of other institutions have also been studied: Museum of Nature of V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine (KUMN); Zoological Museum of Donetsk National University, Donetsk (ZMDONU); Zoological Museum at Gogol State University of Nizhyn (ZMNSU). In addition, specimens from the personal collections of fellow entomologists were processed: collection of V. Foroshchuk, Luhansk, Ukraine (cFr); collection of

S. Glotov, Lviv, Ukraine (cGl, deposited in SMNH); collection of S. Konovalov, Severodonetsk (cKn); collection of I. Severov, Rubizhne, Ukraine (cSv).

Current taxonomic status, nomenclature and general distribution of the species follow M. Schülke and A. Smetana (Schülke, Smetana 2015), taking into account taxonomic changes based on the molecular phylogenetic analysis by S. Yamamoto (Yamamoto 2021).

Additional abbreviations used in the text (including province codes of Ukraine): DON – Donetsk, KHR – Kharkiv, LUG – Luhansk, SUM – Sumy, NNR – National Nature Reserve; RLP – Regional Landscape Park; c. – city; d. – district; ex. – exemplar or exemplars; l. – lake; r. – region; riv. – river; v. – village.

#### Study region

The territory of eastern Ukraine is currently one of the areas of Ukraine and Eastern Europe that have been insufficiently studied by entomologists. The presence of various biogeographical zones and their corresponding faunal communities allows us to assess the spatial dynamics of the fauna and conduct a number of modern comparative faunal and ecological studies. The high degree of anthropogenic pressure on the natural landscapes of this region and the extremely weak network of nature reserve areas make it important to describe and analyze the structure and dynamics of the entomofauna in order to ensure the protection of this group of animals and biodiversity in general. The proposed study is based on the analysis of original data and generalization of all the information accumulated so far on the findings of rove beetles of the subfamily Mycetoporinae in the territory of eastern Ukraine.

In administrative terms, the territory of eastern Ukraine includes the entire territories of the Sumy, Kharkiv, Luhansk, and Donetsk administrative regions (Fig. 1) of Ukraine.

The border of the Donetsk-Don and Donetsk-Pryazovia steppes in the northeast, east, and southeast is the state border of Ukraine with the Russian Federation. In the south, the natural border is the northeastern coast of the Azov Sea.

A characteristic feature of eastern Ukraine is that it covers two physical and geographical zones: Forest-Steppe (Sumy and northern Kharkiv regions) and Steppe (southern Kharkiv, all of Luhansk and Donetsk regions).

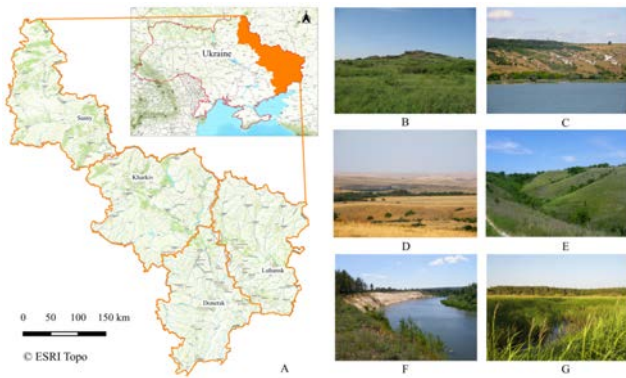


Fig. 1. Map of the study area and different types of biotopes of eastern Ukraine: A – Map of eastern Ukraine; B – Donetsk region, Kamiani Mohyly Nature Reserve (photo: S. Demyanenko); C – Luhansk region, Demyno-Oleksandrivske (photo: S. Demyanenko); D – Luhansk region, v. Provallia, Provalskyi Steppe Nature Reserve, Kalyniv area (photo: S. Demyanenko); E – Luhansk region, s. Luhansk, botanical natural monument gully Ploska (photo: S. Demyanenko); F – Luhansk region, Stanytsia Luhanska Nature Reserve (photo: S. Demyanenko); G – Sumy region, Desnyansko-Starogutsky National Natural Park, river Desyonka (photo: S. Galushenko)

## Results

### Subfamily Mycetoporinae Thomson, 1859

#### Genus *Bolitobius* Leach, 1819

The type species of the genus *Bolitobius* is *Megacronus castaneus* Stephens, 1832 (= *Bolitobius castaneus*). *Bolitobius* is a small genus with 21 species and 2 subspecies (Newton 2022) distributed mainly in the Holarctic Region, with some species of the genus found in the northern Oriental Region, mainly in the highlands (Schülke 1998; Schülke 1999; Schülke 2016). There are 2 known species in the fauna of Ukraine, one species occurs in Eastern Ukraine.

#### *Bolitobius cingulatus* Mannerheim, 1830

**Records.** Sumy region (Petrenko 2009).

**Material.** Literature data only.

**Bionomics.** A eurytopic hygrophilous forest species, found mainly in moist deciduous and mixed forests, in river floodplains and along lake shores, in litter layer and under wet leaves and in mosses (Koch 1989; Schülke 2012).

**Distribution.** Widely distributed Holarctic species (Herman 2001; Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Sumy region.

#### Genus *Carphacis* Gozis, 1886

The type species of the genus *Carphacis* is *Staphylinus striatus* Olivier, 1795 (= *Carphacis striatus*). *Carphacis* is a small genus which has more than 16 species in the world fauna (Newton 2022).

There are 13 known species in the fauna of Palearctic region (Schülke, Smetana 2015; Schülke 2016), in the fauna of Ukraine 1 species.

#### *Carphacis striatus* Olivier, 1795

**Material.** Luhansk region: v. Provallia, Provalskyi Steppe Nature Reserve, Kalyniv area, 11.07.2000, 1 ex., A. Petrenko (SIZK).

**Bionomics.** A eurytopic mesophilic forest species, found in river floodplains, in deep moist gullies covered with forest, in deciduous and mixed forests. Mycetobiont, the beetles live and develop in the fruiting bodies of young and mature terrestrial and xylotrophic fungi, often found on *Laetiporus sulphureus* and *Pleurotus pulmonarius*, in wood affected by fungi, sometimes in the litter layer and under fungi, on the leaking sap of *Betula* and *Quercus*. Adults occur in VI–X (Horion 1967; Schülke 2016).

**Distribution.** Distributed in Europe and known from Japan, but not recorded from East Siberia and the Far East (Schülke, Smetana 2015; Schülke 2012). In eastern Ukraine recorded only from the Luhansk region.

#### Genus *Ischnosoma* Stephens, 1829

The type species of the genus *Ischnosoma* is *Tachinus splendidus* Gravenhorst, 1806 (= *Ischnosoma splendidum*). *Ischnosoma* is a large genus, which has more than 97 species and 3 subspecies in the world fauna (Newton 2022). There are 56 known species in the fauna of Palearctic Region (Schülke, Smetana 2015), four of which are represented in the fauna of Ukraine, two species occur in eastern Ukraine.

#### *Ischnosoma longicorne* (Mäklin, 1847)

**Records.** Kharkiv region (Gontarenko 2005).

**Material.** Literature data only.

**Bionomics.** A eurytopic hygrophilous species, occurs in dry meadows, deciduous and pine forests, in moist litter layer, in mosses, in river sediments and along the banks of water bodies, in nests and passages of *Talpa* (Horion 1967; Kocian 1997). Adults occur in III–IX (Kocian 1997).

**Distribution.** Holarctic, known from Europe, the Caucasus, Siberia to Russian Far East, Japan and North America (Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Kharkiv region.

#### *Ischnosoma splendidum* (Gravenhorst, 1806)

**Records.** Sumy region (Petrenko 2009; Petrenko, Sheshurak 2013).

**Material.** Literature data only.

**Bionomics.** A eurytopic hygrophilous species, the most widespread species of the genus, occurs in open meadow and steppe areas and forested territories, in deciduous and mixed forests (*Quercus*, *Fagus*, *Betula*), on wetlands, in places of moisture accumulation,



along river and lake banks, on rocky and sandy river banks and in coastal sediments, in moist litter layer, in meadow turf and in mosses (Horion 1967; Schülke 2012; Zanetti 2015), in winter it can be found together with *Formica rufa* (Kocian 1997). Adults occur in III–V and IX–XI (Horion 1967; Kocian 1997).

**Distribution.** Widespread in Holarctic and Oriental regions (Herman 2001; Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Sumy region.

#### **Genus *Lordithon* Thomson, 1859**

The type species of the genus *Lordithon* is *Oxyporus pygmaeus* Fabricius, 1777 = *Oxyporus thoracicus* Fabricius, 1777 (= *Lordithon thoracicus*). *Lordithon* is a large genus of the subfamily Mycetoporinae, which has more than 97 species and 3 subspecies in the world fauna (Newton 2022). There are 67 known species in the fauna of Palearctic Region, 8 of which are represented in the fauna of Ukraine (Schülke, Smetana 2015), six of which are found in the eastern regions of Ukraine. Larvae are mycophagous, adults are active predators, feeding on larvae of dipterans that develop in fungi (Newton 1984). Different representatives of the genus *Lordithon* are found in agaric, tubular, and aphylliphore annual and plurannual xylotrophic fungi (Glotov, Drogvalenko 2022). On plurannual tinder fungi with a hard fruiting body, it occurs mainly during the sporulation period, not only on the surface of the fungus but also in the litter layer, where spores fall, and can be found under bark and in rotten wood near the tinder fungus (Scheerpeltz, Höfler 1947; Horion 1967).

#### ***Lordithon exoletus* (Erichson, 1839)**

**Records.** Luhansk region (Petrenko, Glotov 2008).

**Material.** Donetsk region: Donetsk, Leninskyi Komsomol Park, in litter layer, 28.07–4.08.2001, 60 ex., V. Martynov (ZMDONU). Luhansk region: Novoposkovsk d., Teviashovo, 20.05.2004, 1 ex., S. Glotov (cGl).

**Bionomics.** A eurytopic mycetophilous species, found mainly in forest landscapes, in floodplain and ravine forests as well as in upland oak forests, in forest belts and in forest park plantations, mainly on xylotrophic fungi growing on dead tree trunks, as well as on various terrestrial agaric and tubular fungi, in litter layer and in rotten wood (Scheerpeltz, Höfler 1947; Horion 1967; Newton 1984). Adults occur in VI–IX (Horion 1967).

**Distribution.** Widespread through Europe, found in Turkey and North Africa (Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Donetsk and Luhansk regions.

#### ***Lordithon lunulatus* (Linnaeus, 1760)**

**Records.** Kharkiv region: (Krynicky 1832; Glotov, Drogvalenko 2022; Glotov, Terekhova 2022); Luhansk region: (Petrenko et al. 2003; Petrenko, Glotov 2008); Sumy region: (Petrenko, Sheshurak 2013; Glotov et al. 2022).

**Material.** Donetsk Region: Bakhmut d., Dronivka, in fungi, 27.08.2002, 1 ex.; Donetsk, Shcherbakova Park, litter layer, 19–26.08.2004, 2 ex., V. Martynov; gully Rakovka, litter layer, 29.07–5.08.2001, 1 ex., V. Martynov (all – ZMDONU); Makiivka, Kalmius River floodplain, 24.08.1999, 1 ex., T. Trikhlieb (SIZK); Novoazovsk d., Sedove, 20.05.2010, 1 ex. (ZMDONU); Kostiantynivka d., Kleban-Byk Regional Landscape Park, 12 ex. (ZMLG); Sloviansk d., Bohorodychne, 2 ex., S. Glotov (all – cGl); Kramatorsk, 1 ex., I. Severov (cSv); Sloviansk, 4.07.2010, 1 ex., S. Glotov (all – cGl); Sviatohirsk, 2004, 1 ex., S. Glotov (all – cGl); Volodarsk d., Kamiani Mohyly Nature Reserve, 2004, 8 ex. (ZMLG); Starobesheve d., Starobesheve, in fungi, 13.04.2002, 1 ex., V. Martynov; d. Volnovakha, Pyshechevyk, Kalmius River, 22.09.2007, 3 ex., V. Martynov (all – ZMDONU); Chystiakove (Torez), forest belt, litter layer, 6.05.1999, 4 ex., S. Konovalov; same locality but, 10–20.05.2000, 1 ex., S. Konovalov (all – cKn); Yasynuvata d., Yasynuvata, 25.07.1999, 11 ex., V. Martynov (ZMDONU). Kharkiv Region: Zmiiv d., Haidary, 10–11.07.2011, 1 ex., V. Terekhova (cGl); same locality but, 12–13.07.2011, 1 ex., V. Terekhova (cGl); Topalske, 18.08.1998, 1 ex., O. Drohvalenko; Kharkiv, deciduous forest, litter layer, 14.04.2005, 2 ex., O. Drohvalenko; same locality but, Pavlove Pole, in *Pleurotus culiptatus*, 19.05.1997, 2 ex., O. Drohvalenko; Chuhuiv d., Dachi, 9.06.1998, 2 ex., O. Drohvalenko (all – KUMN). Luhansk Region: Alchevsk d., Alchevsk, 1 ex., I. Severov (cSv); Brianka, 1 ex., I. Severov (cSv); Anratsyt d., Anratsyt, 10.05.2001, 1 ex., S. Konovalov; Djakovo, 19.05.2007, 2 ex., S. Konovalov; same locality but, 19.05.2000, 1 ex., S. Konovalov; same locality but, 22.05.2000, 2 ex., S. Konovalov; same locality but, 4–16.05.2000, 2 ex., S. Konovalov; same locality but, 13–23.05.2000, 6 ex., S. Konovalov; same locality but, 11.02.2002, in fungi, 2 ex., S. Konovalov (all – cKn); Ivanivka, 29–30.04.2012, 4 ex., S. Glotov (cGl); same locality but, 17.04.–05.05.2011, 4 ex., V. Landyk; Rovenky, Dubova Balka, ravine forest, in fungi, 15–20.06.2010, 1 ex., S. Glotov (cGl); Bilokurakine d., Bilokurakine, 1 ex., I. Severov (cSv); Rozdolne, Rozdolanski Prudy Nature Reserve, in fungi, 5.06.2005, in fungi, 1 ex., S. Glotov; Bilovodsk d., Bilovodsk, 1 ex., I. Severov (cSv); Bilovodsk, in fungi, 16.07.2009, 1 ex., S. Glotov (cGl); Horodyshche, Kostiantyn Yunytskyi

Botanical Reserve, 10–11.06.2009, 2 ex., S. Glotov; same locality but, 13.06.2009, 1 ex., S. Glotov; Horodyshche, Natural Landmark Svyarska Balka, 7.06.2005, 1 ex., S. Glotov; Stepove, 5.06.2005, 1 ex., S. Glotov; Yevsuh-Stepove Nature Reserve, 5.06.2005, 2 ex., S. Glotov (cGl); Kreminna d., Kreminna, 2005, 12 ex., I. Severov; Novokrasnianka, 7 spec., I. Severov; Stara Krasnianka, 11 ex., I. Severov; Lysychansk, 05.2005, 1 ex., I. Severov; same locality but, 1 ex., I. Severov (all – cSv); Luhansk, Hostra Mohyla Park, in *Polyporus squamosus*, 20.05.2005, 5 ex., S. Glotov (cGl); same locality but, 28.05.2005, 5 ex., S. Glotov (cGl); same locality but, *Polyporus squamosus*, 13.06.2008, 12 ex., S. Glotov (all – cGl); Moloda Hwardiia Square, wood, in fungi, 10.05.2002, 6 ex., S. Glotov (ZMLG); same locality but, 8–23.05.2012, 1 ex., V. Landyk (cGl); same locality but, gully Kalmyskyi Yar, 10.05.2003, 2 ex., S. Glotov (cGl); same locality but, 20.05.2004, 1 ex., S. Glotov (cGl); gully Mashchynskyi Yar, 10.05.2003, 2 ex., S. Glotov (cGl); same locality but, botanical natural monument gully Ploska, in fungi, 10.05.2003, 11 ex., S. Glotov (cGl); 20.05.2004, 3 ex., S. Glotov (cGl); floodplain of Luhan River, in fungi, 2000, 1 ex. (ZMLG); Lutuhine d., Lutuhine, 1 spec. (ZMLG); same locality but, 1 ex., I. Severov (cSv); Novosvitlovka-Novoannivka, 1 ex., I. Severov (cSv); Piatyhorivka, 17.06.2009, 1 ex., S. Glotov (cGl); Rozkishne, 05.2004, 1 ex., S. Glotov; Markivka d., Heraskivka Nature Reserve, 3–4.06.2005, 1 ex., S. Glotov; Prosiiane, in fungi, 3–4.06.2005, 1 ex., S. Glotov; Lymarivka, in fungi, 3–4.06.2005, 1 ex., S. Glotov; Lypove, in fungi, 3–4.06.2005, 1 ex., S. Glotov (all – cGl); Novoaidar d., Aidar-Mykolaivka, Geological natural monument of Ukraine Baraniachi Loby, 1 ex., A. Verbin (ZMLG); Borovske, 1 ex., I. Severov; Kapitanove, 1 ex., I. Severov; Muratovo, 1 ex., I. Severov; Novookhtyrka, 1 ex., I. Severov; Spivakivka, 1 ex., I. Severov (all – cSv); Novopskov d., Biloluts'k, Biloluts'k Nature Reserve, 21.05.2004, 1 ex., S. Glotov; Natural Landmark Novobila, 20.05.2004, 1 ex., S. Glotov; Kuban, 22.05.2004, 1 ex., S. Glotov; Novopskov, 29.05.2004, 1 ex., S. Glotov; Osynove, Osynove Nature Reserve, bank of r. Aidar, in fungi, 21.05.2004, 2 ex., S. Glotov; Teviasheve, 21.05.2004, 2 ex., S. Glotov (all – cGl); Protected tract Zuiev Lis, 2003–2005, 1 ex. (ZMLG); Perevalsk d., Perevalsk 1 ex., (ZMLG); same locality but, 2 ex., (cSv); Svatove d., Nyzhnia Duvanka, 05–07.2002, 1 ex., I. Severov (cSv); Sverdlovsk d., Provalskyi Steppe Nature Reserve, in fungi, 14.06.2010, 9 ex., S. Glotov (cGl); Severodonetsk d., Boroventy, 1 ex., I. Severov; Severodonetsk, 2002, 4 ex., I. Severov; Rubizhne, 2008, 2 ex., I. Severov; 2008, 9 ex.,

I. Severov; same locality but, 06.2008, 1 ex., I. Severov; Smolianinove, 34 ex., I. Severov (all – cSv); Stanytsia Luhanska d., Derkul Ichthyological Natur Reserve, bank of the river Derkul, in fungi, 10.07.2010, 4 ex., S. Glotov; same locality but, 11.07.2010, 1 ex., S. Glotov; Stanytsia Luhanska, 2.05.2013, in fungi, 1 ex., S. Glotov; Kindrashivka Nature Reserve, in fungi, 2.06.2013, 1 ex., S. Glotov; Stanytsia Luhanska Nature Reserve, 10.06.2007, 3 ex., S. Glotov; 22.06.2010, 4 ex., S. Glotov; in fungi, 8.07.2008, 1 ex., S. Glotov (all – cGl); Starobilsk, 2003, 1 ex., I. Severov; Svatove d., Svatove, 05–06.2002, 1 ex., I. Severov; Troitske, 05–06.2002, 1 ex., I. Severov (all – cSv); Demyno-Oleksandrivske, 28.07.2009, in fungi, 7 spec., S. Glotov (all – cGl).

**Bionomics.** An eurytopic mycetophilous species, the most common species of the genus, massive and ubiquitous, found in natural and artificial deciduous and mixed forests, in moist gully forests, in river floodplains and along the banks of water bodies, in forest belts, in meadow and steppe areas, mainly in agaric, tubular, and aphylliphore annual xylotrophic fungi. On *Laetiporus sulphureus*, it can form massive clusters, especially in the late stages of their decomposition. On plurannual tinder fungi with a hard fruiting body, it occurs mainly during the sporulation period, not only on the surface of the fungus but also on the litter layer, where spores fall, can be found under bark and in rotten wood near the tinder fungus, and there are isolated findings on animal corpses (Scheerpeltz, Höfler 1947; Newton 1984; Horion 1967). Adults occur in VI–X (Horion 1967).

**Distribution.** Widespread from Europe to Siberia (Schülke, Smetana 2015); in eastern Ukraine from the Donetsk, Kharkiv, Luhansk, and Sumy regions.

#### ***Lordithon pulchellus* Mannerheim, 1830**

**Records.** Kharkiv region (Jakobson 1905–1913; Glotov, Terekhova 2022).

**Material.** Kharkiv region: Zmiiv d., Haidary, 2.07.2011, 1 spec., V. Terekhova (KUMN). Luhansk Region: Kreminna, in fungi, 1 spec., I. Severov (cSv); Stara Krasnianka, 1 spec., I. Severov (cSv).

**Notes.** In the recent faunal summary for the Kharkiv region (Glotov, Terekhova 2022), the species *Lordithon pulchellus* Mannerheim, 1830 was mistakenly listed as *Lordithon speciosus* (Erichson, 1939), to date we are not aware of any records of *Lordithon speciosus* in eastern Ukraine, and the listing of this species from the region should be attributed to *Lordithon pulchellus*.

**Bionomics.** A stenotopic forest mycetophilous species found in deciduous forests, in river floodplains on various tree fungi (Koch 1989; Schülke 2012). Mycophagous larva, adult active predator, feeds on

dipteran larvae developing in fungi, overwinters both in pupal and adult stages (Scheerpeltz, Höfler 1947; Horion 1967).

**Distribution.** Widespread from Europe to the Russian Far East (Schülke, Smetana 2015); in eastern Ukraine from the Kharkiv and Luhansk regions.

***Lordithon thoracicus thoracicus* (Fabricius, 1777)**

**Records.** Kharkiv region (Medvedev et al. 1980; Glotov, Drogvalenko 2022; Glotov, Terekhova 2022); Sumy region (Petrenko 2009).

**Material.** Donetsk Region: Donetsk, Park of Lenynskiy Komsomol, litter layer, 29.07.2000, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 2.07.–4.08.2001, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 2.10.1999, 7 ex., V. Martynov; same locality but, 28.07.2001, 1 ex., V. Martynov; Shcherbakova Park, litter layer, 28.07.2000, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 19–26.08.2004, 5 ex., V. Martynov; gully Rakovka, litter layer, 23–30.05.1999, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 14–21.06.2001, 1 ex., V. Martynov; 20–27.07.2004, 2 ex., V. Martynov; 29.07.2001, 2 ex., V. Martynov; same locality but, 29.07.–5.08.2001, 29 ex., V. Martynov; same locality but, 23–30.08.2000, 1 ex., V. Martynov; Yasynuvata d., Yasynuvata, ravine forest, litter layer, 20–27.07.2004, 4 ex., V. Martynov (all – ZMDONU). Kharkiv Region: Zmiiv d., Haidary, 8–9.07.2011, 1 ex., V. Terekhova; same locality but, 9–20.07.2011, 1 ex., V. Terekhova; same locality but, 10–11.07.2011, 1 ex., V. Terekhova; same locality but, 12–13.07.2011, 1 ex., V. Terekhova (all – KUMN).

**Bionomics.** A eurytopic forest mycetophilous species, is one of the most widespread species of the genus, occurs on plains, in river valleys, in foothills up to the upper forest belt, in deciduous and mixed forests, in terrestrial and annual xylotrophic fungi, in general, findings on more than 70 species of fungi are known, adults are more often found in fungi in the early and middle stages of caprophore decomposition. Mycophagous larvae are often found in moist wood together with pupae, adults are active predators, feeding on fly larvae that develop in fungi (Horion 1967; Newton 1984; Schülke 2012). Adults occur in VI–X (Horion 1967).

**Distribution.** Widespread in the Palaearctic, from Europe to the Far East (Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded from the Donetsk, Kharkiv, and Sumy regions.

***Lordithon trimaculatus* (Fabricius, 1792)**

**Records.** Luhansk region (Petrenko, Glotov 2008).

**Material.** Luhansk region: Severodonetsk, 2002, 1 ex., I. Severov; Rubizhne, 2008, 6 ex., I. Severov;

same locality but, 2008, 1 ex., I. Severov; Stanytsia Luhanska Nature Reserve, 6–12.05.2007, 2 ex., S. Glotov; same locality but, 12–19.05.2007, 1 ex., S. Glotov (cGl).

**Bionomics.** A eurytopic forest, mycetophilous species, adults are found mainly on xylotrophic fungi (*Fomes fomentarius*, *Laetiporus sulphureus*, *Pleurotus pulmonarius*, *Polyporus squamosus*), in addition, they are often found on the trunks of old oaks and beeches, sometimes under bark and in dead wood. Mycophagous larvae are often found in moist wood together with pupae, adults are active predators, feeding on fly larvae that develop in fungi (Horion 1967; Newton 1984; Schülke 2012). Adults occur in VI–IX.

**Distribution.** Transpalaeartic, known from Europe to the Far East (Schülke 2012; Schülke, Smetana 2015).

***Lordithon trinotatus* (Erichson, 1839)**

**Material.** Donetsk Region: Debaltseve, ravine forest, litter layer, 1–2.05.2012, 1 ex., S. Glotov (cGl); Donetsk, Park of Lenynskiy Komsomol, litter layer, 24.07.1999, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 28.07.2001, 13 ex., V. Martynov; same locality but, 28.07.–4.08.2001, 4 ex., V. Martynov; Shcherbakova Park, litter layer, 19–26.08.2004, 2 ex., V. Martynov; gully Rakovka, litter layer, 28.05.2000, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 14–21.06.2001, 1 ex., V. Martynov; same locality but, 29.07.2001, 43 ex., V. Martynov; same locality but, 29.07.–5.08.2001, 580 ex., V. Martynov; same locality but, 2.10.2004, 5 ex., V. Martynov; same locality but, 5.10.2003, 1 ex., V. Martynov (all – ZMDONU). Luhansk Region: Antratsyt d., Diakovo, 19.05.2007, 2 ex., S. Konovalov (cKn); Ivanivka, 29–30.04.2012, 1 ex., S. Glotov; Luhansk, Hostra Mohyla Park, in *Polyporus squamosus*, 28.05.2005, 12 ex., S. Glotov; same locality but, in *Polyporus squamosus*, 13.06.2008, 25 ex., S. Glotov; Sverdlovsk d., Nyzhnia Derevechka, 27.05.2010, 1 ex., S. Glotov; Provallia, in *Polyporus squamosus*, 28.05.2010, 1 ex., S. Glotov; same locality but, 31.05.2010, 1 ex., S. Glotov; Korolivski Skeli Geological Natural Monument, in *Polyporus squamosus*, 26–30.05.2010, 1 ex., S. Glotov; Provalskiyi Steppe Nature Reserve, in *Polyporus squamosus*, 13.07.2008, S. Glotov; same locality but, 10.06.2008, 2 ex., S. Glotov (all – cGl).

**Bionomics.** Occurs in river valleys, foothills, in mountains up to the subalpine zone, in deciduous and mixed forests, in terrestrial and xylotrophic fungi, in rotten wood, under bark, and is known to be found in nests of *Myodes glareolus*. Mycophagous larvae are often found in moist wood with pupae, adults are active predators, feeding on fly larvae developing in



fungi (Schülke 2012; Newton 1984). Adults occur in VI–IX (Horion 1967).

**Distribution.** Widespread across the Palaearctic region (Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Donetsk and Luhansk regions.

**Genus *Mycetoporus* Mannerheim, 1830**

The type species of the genus *Mycetoporus* is *Tachinus punctus* Gravenhorst, 1806 (= *Mycetoporus punctus*). *Mycetoporus* is a large genus, which has more than 88 species and 2 subspecies in the world fauna (Newton 2022). There are 77 known species in the fauna of Palaearctic Region (Schülke, Smetana 2015), more than 20 of which are represented in the fauna of Ukraine, of which only 3 species are known from the eastern regions of Ukraine (Gontarenko 2005). Larvae and adults are active zoophagous species feeding on eggs of mycetophilous dipterans (Majzlan, Fedor 2009). The species composition and distribution of the genus, both in the eastern regions and in Ukraine as a whole, should be the subject of a separate, deeper and more detailed study.

***Mycetoporus clavicornis* (Stephens, 1832)**

**Records.** Kharkiv region (Gontarenko, 2005).

**Material.** Literature data only.

**Bionomics.** A eurytopic hygrophilous species, occurs in deciduous, mixed, and coniferous forests, on open meadow and steppe areas, prefers humid and swampy microhabitats on moist and marshy soils, along river and water body banks, in bank sediments, in moist litter layer and in meadow turf (Schülke 2012).

**Distribution.** Widespread in Europe, the Caucasus and in North Africa (Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Kharkiv region.

***Mycetoporus forticornis* Fauvel, 1875**

**Records.** Kharkiv region (Gontarenko 2005)

**Material.** Literature data only.

**Bionomics.** A eurytopic hygrophilous species, which occur in deciduous and mixed forests, found mainly in leaf litter, but also in other ground-based debris, in coastal sediments and in mosses (Schülke 2012).

**Distribution.** Known from Central and Southern Europe; easternmost records come from Turkey and European part of Russia (Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Kharkiv region.

***Mycetoporus glaber glaber* (Sperk, 1835)**

**Records.** Kharkiv region (Gontarenko 2005).

**Material.** Literature data only.

**Bionomics.** A eurytopic hygrophilous forest species, found in deciduous, mixed, and coniferous forests, on moist and swampy soils, found in leaf litter, occurs mainly in lowlands, but is also recorded from higher elevations. Adults occur in VI–IX (Schülke, Kocian 2000).

**Distribution.** Distributed from Europe to West Siberia, more common in Central Europe (Schülke 2012; Schülke, Smetana 2015). In eastern Ukraine recorded only from the Kharkiv region.

**Acknowledgments**

I thank N. Brusentsova, V. Bondarev, S. Demyanenko, O. Drogvalenko, V. Foroshchuk, S. Galushenko, Yu. Geryak, S. Konovalov†, V. Korneyev, A. Martynov, V. Martynov, K. Savchenko, I. Severov†, and V. Terekhova for the opportunity to work with the collections they curate and for their valuable remarks on this manuscript. I am grateful to A. Glotova for linguistic correction of the text; as well as to everyone else who helped at various stages of the work and to two anonymous reviewers for their suggestions.

---

GLOTOV, S.V., DROGVALENKO, O.M. (2022) On the fauna of mycetobiontic rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) of North-Eastern Ukraine. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 22(2), 135–155.

GLOTOV, S.V., SHESHURAK, P.N., PETRENKO, A.A. (2022) Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in the reserve collections of the Zoological Museum at Gogol State University of Nizhyn (Chernihiv region, Ukraine). *Ukrainian Entomological Journal*, 20, 3–53.

GLOTOV, S.V., TEREKHOVA, V.V. (2022) On the study of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in the eastern regions of Ukraine. *Scientific Notes of the State Museum of Natural History*, 38, 187–192. (in Ukrainian).

GONTARENKO A. V. (2005) New and little known for Ukraine rove beetles of the subfamily

Tachyporinae (Coleoptera: Staphylinidae). *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 13 (1–2), 19–23. (in Russian).

HERMAN, L.H. (2001) Catalog of the Staphylinidae (Insecta: Coleoptera). 1758 to the end of the second Millennium. (Parts I–VII). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 265, 1–4218.

HORION, A. (1967) *Faunistik der mitteleuropäischen Käfer II. Staphylinidae 3. Habrocerinae bis Aleocharinae (Ohne Subtribus Athetae)*. Feyel, München.

JAKOBSON, G.G. (1905–1913) *Beetles of Russia and Western Europe. A guide to identifying beetles*. A.F. Devrien, Sankt-Peterburg.

KOCH, K. (1989) *Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band E1: Carabidae-Micropeplidae*. Goecke & Evers, Krefeld.

- KOCIAN, M. (1997) A revision of Western Palearctic species of the genus *Ischnosoma* Stephens (Coleoptera, Staphylinidae: Tachyporinae). *Acta Universitatis Carolinae. Biologica*, 40, 241–299.
- KRYNICKI, I. (1832) Enumeratio Coleopterorum Rossiae meridionalis et praecipue in Universitatis Caesariae Charkoviensis circulo ovbenientium, quae annorum 1827–1831 spatio observavit. *Bulletin se la Société Imperiale des Naturalistes de Moscou*, 5, 65–179.
- MAJZLAN, O., FEDOR, P.J. (2011) Seasonal dynamics of geobiont arthropods in mountainous spruce forests with a special emphasis on beetles (Coleoptera). *Folia Oecologica*, 38, 57–65.
- MEDVEDEV, S.I., MYSTSHENKO, A.A., PETRENKO, A.A. (1980) Ecological and zoogeographical review of Staphylinidae (Coleoptera) of the sandy soils in Kharkov district. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 59(3), 550–555.
- NEWTON, A.F. (1984) Mycophagy in Staphylinidae (Coleoptera). In: Wheeler, Q., Blackwell, M. (eds.). *Fungus-Insect Relationships: Perspectives in Ecology and Evolution*. Columbia University Press, New York, pp. 302–353.
- NEWTON, A.F. (2022) StaphBase: Staphyliniformia world catalog database (version Nov 2018): Staphylinidae, Hydrophiloidea, Synteliidae. In: Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P., Bourgoin, T., DeWalt, E., Decock, W., van Nieukerken, E., Zarucchi, J., Penev, L. (Eds.). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. Species 2000*. Naturalis, Leiden. Available from: <http://www.catalogueoflife.org/col> (accessed 11 April 2022).
- PETRENKO, A.A. (2009) Staphylinidae (Coleoptera, Staphylinidae) of the «Mykhajlivska Tsilyna»: Ecologo-Faunistic Review. *Vestnik zoologii, Supplement*, 22, 56–65 (in Ukrainian).
- PETRENKO, A.A., FOROSHCHUK, V.P., SHESHURAK, P.N. (2003) On studying of beetles of the family Staphylinidae Latreille, 1802 (Coleoptera) of the Luhansk Nature Reserve. *Proceedings of the All-Ukrainian scientific and practical conference dedicated to the 65th anniversary of the formation of the Luhansk region "The state and problems of the natural and socio-economic environment of the regions of Ukraine"* (Within the framework of the 5<sup>th</sup> All-European Conference "Environment for Europe"), Luhansk, Ukraine, May 20–22, 2003, pp. 59–61 (in Russian).
- PETRENKO, A.A., GLOTOV, S.V. (2008) Materials on the fauna of rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the department Stanytsia Luhanska of the Luhansk Nature Reserve. *Natural Almanach*, 10, 98–107 (in Russian).
- PETRENKO, A.A., SHESHURAK, P.N. (2013) To the study of species composition of Rove-beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the National Natural Park «Desnyansko-Starogutsky». *Ukrainian entomological journal*, 1(6), 50–64. (in Ukrainian).
- SCHEERPELTZ, O., HÖFLER K. (1948) *Käfer und Pilze*. Verlag für Jugend und Volk, Wien.
- SCHÜLKE, M. (1998) Beitrag zur Systematik und Verbreitung paläarktischer Arten der Gattung *Bolitobius* Leach in Samouelle, 1819 (Coleoptera, Staphylinidae). *Linzer biologische Beiträge*, 30(2), 469–486.
- SCHÜLKE, M. (1999) Zur Taxonomie der Gattung *Bolitobius* Leach in Samouelle, 1819 (Coleoptera, Staphylinidae, Tachyporinae). *Linzer biologische Beiträge*, 31(2), 975–985.
- SCHÜLKE, M. (2012) Staphylinidae: Tachyporinae, Oxytelinae (except Ochthephilus und Thinobius), Oxyporinae. In: Assing, V., Schülke, M. (Eds.). *Die Käfer Mitteleuropas. Band 4. Staphylinidae I*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, pp. 130–199, 207–266, 283–284.
- SCHÜLKE, M. (2016) Zwei neue Arten und neue Funddaten paläarktischer Carphacis-Arten (Coleoptera, Staphylinidae, Tachyporinae). *Linzer Biologische Beiträge*, 48(1), 663–679.
- SCHÜLKE, M., KOCIAN, M. (2000) Revision der Artgruppe des *Mycetoporus nigricollis* Stephens, 1835 (Coleoptera, Staphylinidae, Tachyporinae). *Entomologische Blätter*, 96(2), 81–126.
- SCHÜLKE, M., SMETANA, A. (2015) Staphylinidae Latreille, 1802. In: Löbl, I., Löbl, D. (Eds.). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. V. 1, 2, Hydrophiloidea–Staphylinidae*. Brill, Leiden & Boston, pp. 304–1134.
- THAYER, M.K. (2005) Staphylinidae. In: Beutel, R.G., Leschen, R.A.B. (Eds.). *Coleoptera, V. I. Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. *Handbook of Zoology V. IV, Arthropoda: Insecta. Part 38*. De Gruyter, Berlin, New York, pp. 296–345.
- YAMAMOTO, S. (2021) Tachyporinae Revisited: Phylogeny, Evolution, and Higher Classification Based on Morphology, with Recognition of a New Rove Beetle Subfamily (Coleoptera: Staphylinidae). *Biology*, 10(323), 1–156. DOI: 10.3390/biology10040323
- ZANETTI, A. (2015) Second contribution to the knowledge of the rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) of Val di Non / Nonstal (Trentino / Südtirol, Italy). *Gredleriana*, 15, 1–109.

## МОНІТОРИНГ КОРИСНИХ ОРГАНІЗМІВ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОШИРЕНИХ ШКІДНИКІВ ЗЕРНЯТКОВИХ КУЛЬТУР

Маргарита ГЛЮДЗИК-ШЕМОТА<sup>1</sup>, Любов ФЕЛЬБАБА-КЛУШИНА<sup>2</sup>

*У статті розкрито питання скринінгу ентомофагів та шкідливих комах в агроценозах зерняткових культур. Визначено найбільш поширених шкідників та встановлено, які в них є паразити, відпрацьовано шляхи їх поширення для більш ефективного регулювання шкідників садів Закарпаття.*

**Ключові слова:** ентомофаги, комахи-паразити, шкідники, сади зерняткових культур, шляхи обмеження шкодочинності.

<sup>1</sup>Кафедра плодощовивництва та виноградарства, Ужгородський національний університет, вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: [marharyta.hliudzyk@uzhnu.edu.ua](mailto:marharyta.hliudzyk@uzhnu.edu.ua);

<sup>2</sup>Кафедра ботаніки, Ужгородський національний університет, вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000, Україна; email: [lyubov.felbaba-klushyna@uzhnu.edu.ua](mailto:lyubov.felbaba-klushyna@uzhnu.edu.ua).

**Monitoring of beneficial organisms to limit the number of common cereal pests. Hliudzyk-Shemota M.Yu.<sup>1</sup>, Felbaba-Klushyna L.M.<sup>2</sup>**

*The article discusses the issue of screening entomophages and harmful insects in agroecosystems of grain crops. The most common pests have been identified and their parasites have been identified, ways of their spread have been worked out for more effective control of garden pests in Transcarpathia.*

**Key words:** entomophages, parasitic insects, pests, grain crops gardens, ways to limit damage.

<sup>1</sup>Department of fruit and vegetable cultivation and viticulture, Uzhhorod National University, 32, A. Voloshyna str., Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: [marharyta.hliudzyk@uzhnu.edu.ua](mailto:marharyta.hliudzyk@uzhnu.edu.ua);

<sup>2</sup>Department of Botany, Uzhhorod National University, 32, A. Voloshyna str., Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: [lyubov.felbaba-klushyna@uzhnu.edu.ua](mailto:lyubov.felbaba-klushyna@uzhnu.edu.ua).

### Вступ

За даними досліджень низки вчених (Shevchuk 2008, Jamieson et al. 2012), без комах постраждає не лише все живе, що ними харчується, а й люди залишаться без продуктів харчування. Британський біолог Дейв Гоулсон пише, що за останні 50 років кількість комах, імовірно, зменшилася на 75%. Навіть більше – вчені б'ють на сполох про те, що наша планета знаходиться на початковій стадії шостого масового вимирання у своїй історії (Jamieson et al. 2012). Якщо усвідомити, що комахи – це найчисленніший і найрізноманітніший клас серед живого, то ці втрати виглядають досить лячно і тягнуть за собою глобальні наслідки для всієї планети, також не в останню чергу позначаються саме на Україні. Якщо підсумувати ці наслідки коротко, то всі ми без цих крихітних створінь страждатимемо від голоду (Jaworski, Hilszczanski 2013).

Критична ситуація зі зменшенням чисельності комах, описана вище німецькими дослідниками, екстраполюється і на інші країни Європи, зокрема й на Україну, як прокоментував Укрінформу ентомолог Григорій Попов з Інституту зоології

ім. І. І. Шмальгаузена. Він додав, що ентомологи вже давно звертають увагу світу на зникнення комах, яке носить такий же катастрофічний характер, як і глобальне потепління: «Цей процес у наукових колах називається «шосте вимирання», і воно є найстрашнішим, бо на відміну від попередніх найкатастрофічніше і спричинене безпосередньо діяльністю людини» (Seliverstov 2016).

У Закарпатській області тривалий час не було так відчутно вимирання комах, але останній період характеризується зникненням багатьох видів, водночас прогресують види, які не мали поширення, особливо на плодощових культурах. Один із найголовніших чинників, що впливає на зменшення чисельності комах, – інтенсивне садівництво та тривала монокультура багаторічних насаджень. Тут тривалий час використовуються сильні пестициди, від яких страждають не лише бажані об'єкти, а й усі інші комахи, які підтримують життєздатність природи. Навіть медоносна бджола, яка завжди була порівняно стійкою до хімікатів, уже починає вимирати через використання все більш ефективних хімічних засобів на полях.



Вчені стверджують, що зменшення комах відзначено і на заповідних територіях, де згубного впливу від людини не спостерігається. Поясненням цього є глобальне потепління. У багатьох живих організмів збивається цикл розвитку, бо спека вдвічі знижує здатність самців комах до розмноження, лише в деяких він примножився. З іншого боку, погіршує виживання комах і тепла зима, що теж є наслідком глобального потепління. Наприклад, комарі та оси, відчувши плюсову температуру, можуть прокидатися серед зими, але потім помирають, бо не можуть знайти собі харчування. Зменшення кількості комах потягне за собою зменшення кількості тваринного світу, що стане катастрофою для дикої природи (Lazzari, Insausti 2008).

Майже 90% рослин потребують запилення ззовні, що здійснюється переважно комахами. Відповідно, втративши запилювачів, людство врешті може залишитися без рослинних продуктів харчування. «Резерв запилювачів для нас як для держави, що займається сільським господарством, – це стратегічний ресурс, а отже, і харчова безпека країни на національному рівні», – наголошує Григорій Попов. Він додає: якщо врахувати той факт, що безперервно зростає кількість населення на планеті, яке потребує все більше харчів, то в недалекому майбутньому все людство зіткнеться з тими ж проблемами, що зараз уже мають країни Африки, – буде потерпати від нестачі харчових продуктів. Але якщо розвинені країни потроху звертають увагу на ці проблеми, виділяючи кошти на проведення наукових досліджень з вивчення чисельності флори і фауни, то в Україні про це замислюються в останню чергу.

Комахи задіяні ще в процесі розпушування ґрунтів, розкладенні органічних сполук, як-от опале листя чи деревина, вони допомагають очистити природу від мертвих тіл тварин. Тобто нормальне функціонування природних процесів цілої планети залежить від цих крихітних створінь, яких з кожним роком стає все менше. Зупинити цей процес навряд чи вже можливо, але пригальмувати його в людства ще є шанси. Передусім потрібно переосмислити методи ведення сільського господарства, зменшивши використання шкідливіших для комах хімікатів, замінивши їх на більш спеціалізовані, забороняти на певні періоди оброблення земель, вирубання лісів і осушення водойм, виділити кошти на ентомологію тощо (Seliverstov 2016).

Незважаючи на воєнний стан, ентомологи з НАНУ, освітніх та сільськогосподарських уста-

нов працюють зараз над всіма нагальними напрямками, передусім із вивчення систематики та фауни комах. На території Закарпаття формуються тимчасові групи з питання скринінгу ентомофауни та спостереження за динамікою чисельності поширених комах та виявлення причин зникнення деяких видів. Систематики займаються відокремленням одних комах від інших, їх правильним визначенням, усім масивом їхніх назв, які підпорядковуються спеціальному Міжнародному кодексу номенклатури. Тільки знаючи правильну назву комахи, ми можемо помістити її до списку видів будь-якої території. Якщо ми говоримо про зникнення комах, ми маємо відштовхуватися від якоїсь відправної точки, а саме фауни комах України та її окремих регіонів. Саме Закарпаття є дуже цікавою базою для детальних досліджень з руху ентомофауни, бо ми межємо з багатьма країнами та й перевезення вантажів сприяє поширенню тих комах, які досі не мали поширення в цій місцевості.

Наступним етапом пошуковців є оцінювання їх чисельності та динаміки. У загальному сенсі будь-які заходи зі збереження довкілля позитивним чином відображаються на комах. Кількість шкідників сільськогосподарських рослин і лісових насаджень значною мірою регулюють хижі й паразитичні види тварин, які формують разом із фітофагами фауністичний комплекс природного або штучного біоценозу (агроценозу). Найбільше значення в знищенні шкідників мають безхребетні: нематоди, павукоподібні, хижі й паразитичні види комах. Важливу роль також відіграють земноводні, плазуни, птахи і ссавці, які знищують шкідливих комах і гризунів. Тому в статті буде детально розглянуто ентомофауну саме агроценозу з прилеглих територій біля старих садів, підлісків та важливу увагу буде звернуто на обстеження промислових садів, де фауністичний комплекс порушено через застосування пестицидів та введення інтенсивних технологій (Steel, Vafopoulou 2002).

Метою статті є встановлення факторів, які визначають зміни щільності популяції комах-фітофагів та їхніх природних ворогів в агробіоценозах Закарпатської зони плідництва, і вирішення питання управління чисельністю та шкідливістю фітофагів на екологічній основі, з максимальним використанням регуляторних механізмів. Для цього проведено скринінг агроценозів садів зерняткових культур регіону низинної підзони та встановлено можливість і доцільність застосування органічно чистої технології вирощування плодів.

## Матеріали та методика

Матеріал зібраний у плодкових садах агропромислових господарств Закарпатської області, в садах приватного та фермерських господарств та природних біотопах, на присадибних ділянках та паркових зонах у межах міста Ужгорода, Берегова, дачних ділянках, у деяких штучних деревних насадженнях (старі сади яблуні, груші, лісосмуги, садозахисні смуги тощо).

Відомості про ентомокомплекси садів інших зон України базуються переважно на літературних джерелах. Використовувались також матеріали офіційних сайтів з інтернету, доступних для використання з некомерційною метою.

Хижаків виявляли шляхом візуальних спостережень за їхньою діяльністю і перевірок їх хижацтва в лабораторних умовах. Деякі види визначали за їхніми личинками, але здебільшого для цього виводили імаго. Хижаків відловлювали безпосередньо в момент їх живлення в колоніях, що виключає неточності, як у разі ентомологічного косіння.

## Результати

Найбільш поширеними в Закарпатті в старих садах груші та яблуні серед ентомофагів є такі хижаки та паразити: у приватних господарствах – сонечко, жужелиця, золотоочка, трихограма, корисні хижі кліщі, корисні хижі клопи, мухи тахіни, їздці, наїзники, паразитичні оси, богомол та павуки, що було виявлено під час обстеження.

За останні роки нами виявлено найбільш широко поширених 10 видів паразитів з 5 родин (ряду Hymenoptera) і 16 видів хижаків з 7 рядів і 7 родин.

Видовий склад ентомофагів шкідників груші та їх чисельне співвідношення в оброблюваних і необроблюваних пестицидами садах різні. Найбільш помітна в необроблюваних садах наявність ектопаразитів з роду *Bracon* на *Hoplocampa brevis*.

В екстенсивних садах яблуні знайдено ектопаразитів *Psylla pyri* – *Prionomitus mitratus* Dalm. і *Aphydencyrtus taeniatus* Frst.; *Nepticula* sp. – *Chrysocaris penteus* Wolk. Із 9 особин *Scambus romorum* Ratz. – ектопаразита яблуневого квіткоїда 8 екз. знайдені в необроблюваних садах і один – в оброблюваних промислових садах. Решта паразитів зустрічалися одинично.

У покинутих грушевих садах Берегівського району зустрічаються і хижаки-ентомофаги, що харчуються яйцями й німфами *Psylla pyri*. Це жуки і личинки *Coccinella septempunctata* L., *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera); імаго і личинки *Anthocoris nemoralis* F. (Hemiptera); личинки

*Inocelia crascicornis* Schum. (Raphidioptera); личинки *Chrisopa carnea* Step. (Neuroptera); імаго *Forficula auricularia* L. (Dermaptera) і личинки *Syrphus selenticus* Meid. (Diptera). Більшість знайдених особин хижих комах належать до щипавок, кокцинелід і золотоочок. У промислових грушевих садах до серпня наростає чисельність кокцинелід. За масового розмноження листоблішок на кожній обліковій гілці в середньому налічувалося 3–4 кокцинеліди і 2–3 щипавки.

У результаті нами проведено зведення в таблиці 1 різновидностей паразитів та встановлено види, на яких паразитують ці комахи.

За літературними даними, на кокцидах виявлено близько 70 видів членистоногих-ентомофагів, серед яких 37 видів хижаків – 1 вид кліщів та 36 видів комах: родина Antocoridae – 6 видів; родина Miridae – 6 видів, родина Chrysopidae – 4 види; родина Hemerobiidae – 1 вид; родина Raphidiidae – 2 види; родина Staphylinidae – 5 видів; родина Coccinellidae – 7 видів; родина Anthribidae – 2 види; родина Encyrtidae – 1 вид; родина Pteromalidae – 3 види; родина Syrphidae – 1 вид; родина Chamaemyiidae – 1 вид; родина Phoridae – 1 вид, які знищували кокцид на різних стадіях їх розвитку (Stankevych 2015).

Серед хижаків несправжніх щитівок найчисельніші за видовим складом жуки (Coleoptera) – 14 видів, за ними слідують клопи (Heteroptera) – 12 видів, сітчастокрилі (Neuroptera) – 5 видів, перетинчастокрилі (Hymenoptera) – 4 види, двокрилі (Diptera) – 3 види та верблюдкові (Raphidioptera) представлені 2 видами.

У деяких регіонах як хижаки різних видів шкідливих комах вказувались сітчастокрилі (Neuroptera) – золотоочки (*Chrysoperla carnea*, *Chrysopa ventralis*, *Chrysopa perla*) та гемеробії (*Hemerobius marginatus*, *Hemerobius humulinus*, *Megalomus tortricoides*, *Micromus variegatus*), верблюди (*Raphidia xantostigma*, *R. flavipes*), мухи з родин Phoridae та Chamamyidae, близько 15 видів жуків з різних родин тощо. Крім того, як можливі ентомофаги вказувались масові види хижих кліщів, клопів-крихіток та інші багатодні членистоногі. Їх чисельність дуже залежить від рівня розвитку шкідників, на яких вони паразитують, погодних умов та конкретних територій (Zolotareno-Horbunova 2009).

У покинутому грушевому саду Берегівського району (2020–2023 роки) чисельність зоофагів, що мешкають у ґрунті, була вищою, ніж у промислових садах. Проте стафілінів було дещо більше в промислових садах, ніж у покинутих. У промис-

лових садах знайдені також щипавки, личинки верблюдок, хижі клопи, багатоніжки і павуки, проте їх у порівнянні з іншими зоофагами було мало. За цей період сильну шкоду завдає груші промислових садів медяниця, але хижаків та паразитів було дуже мало із-за частих інсектицидних навантажень.

Серед хижаків, що знищують личинок *H. brevis* (в ґрунті у колосочках), знайдені личинки і жуки *Carabus scabrosus* Ol., *Carabus sp.*, *Broscus cephalotes* L. і жуки з родини Staphylinidae. У старих садах груші більш різноманітний видовий склад хижих жужелиць. Крім вказаних видів, знайдені *Carabus clathratus* L., *C. gyllenhali* F.-W., *Calosoma sycophanta* L.

Наведемо більш конкретні матеріали з видового складу ентомофагів для поширених шкідників зерняткової групи. За період 2022–2023 років найбільш шкодочинними на груші були попелиця – біля 12 видів та медяниця – на майже всіх обстежених сортах як інтенсивного, так й екстенсивного типу технологій.

Серед ентомофагів попелиць і медяниць важливе значення мають кокцинеліди, сирфіди, золотоочки, клопи і перетинчатокрылі комахи. В Україні

відомо близько 80 видів жуків-кокцинелід, з яких 75 видів – хижі. Важливу роль у приваблюванні кокцинелід у саду та їх нагромадженні відіграють сажозахисні смуги з добре розвинутим підліском і товстим шаром підстилки (Shevchuk 2008).

У саду попелицю знищують переважно сонечко семикрапкове, сонечко садове, адалія двокрапкова, адалія десятикрапкова, кальвія десятиплямиста і пропілея 14-крапкова, клоп антокорис звичайний.

Кров'яну попелицю, яка широко розповсюджена в старих яблуневих садах, знищує її вузькоспеціалізований паразит – їздець-афелінус. Найефективнішим хижаком медяниць є кальвія 14-плямиста. Одна личинка старшого віку може знищити протягом дня 14–19 личинок попелиці. Розвивається у двох поколіннях. Одна личинка старшого віку адалії десятикрапкової знищує протягом дня 27–33 личинки попелиці. Виплодження личинок збігається з виплодженням чи з'явленням німф другого віку яблуневої медяниці (листоблішки).

Кальвія – дуже ефективний ентомофаг яблуневої медяниці. Її личинка за період розвитку знищує до 300, а дорослий жук за добу – 40–50 німф.

Таблиця 1. Різновидність ентомофауни в садах різного типу  
Table 1. The variety of entomofauna in gardens of different types

Паразити і хижаки	На кому паразитують	Різновидність паразитів і хижаків	Де відмічено переважну більшість комах
Сонечко семикрапкове	Попелиця, павутинний кліщ	До 70 видів великих сонечок, до 50 видів харчуються попелицею	Переважає 7 видів у старому саду груші та індивідуальному секторі. У промислових садах не зустрічаються
Жужелиця садова	Знищує личинок, гусениць, равликів та слимаків	Виділено 3 види <i>clathratus</i> L., ( <i>Megodontus</i> ) <i>gyllenhali</i> F.-W., <i>Calosoma sycophanta</i> L.	У доглянутих садах індивідуального сектору та садах екстенсивного типу. Веде нічний спосіб життя, не літає, живе у верхньому шарі ґрунту
Золотоочка звичайна	Харчується попелицями, кліщами, яйцями, гусеницями та личинками павуків, кліщів, морквяної і цибулевої мухи, щитівками	Виділено 2 види	Застосовують спеціальні будиночки з приманкою, для комах розсаджують ранньоквітучі рослини для харчування
Корисні хижі кліщі	Трипси, білокрилки, личинка і яйця комарів	2 види	Переважають у садах персика, винограду та яблуневих садах Ужгородського району
Їздці, наїзники, паразитичні оси	Гусениці, метелики, личинки мух, попелиця	Різновидність невелика	В індивідуальних садах, де поряд овочеві ділянки з кропом, коріандр
Богомол	Гусениці, метелики, личинки мух, попелиця	Поширений в індивідуальному секторі та підлісках і луках	Поширений у Берегівському районі
Коник зелений	Гусениці, метелики, личинки мух, попелиця, колорадський жук	Поширений на луках, полях та підлісках	



Личинки старшого віку можуть живитися й медяницями, які окрилилися. Молоді жуки живляться різними видами медяниці й попелиці.

Пропілея знищує попелицю, білокрилку, кокцид, личинки та яйця багатьох метеликів і жуків. Одна личинка старшого віку з'їдає протягом дня 27–29 личинок попелиць. Жук зимує в підстилці в садах, парках і на узліссях. Дає два покоління.

Велику кількість попелиць у садах знищують представники ряду двокрилих: сирф перев'язаний та сирф облямований. Широкий поліфаг. Живиться зеленою яблуневою, сливовою обпленою, вишневою, персиковою попелицями, менше – грушевою попелицею-листокрутою, зрідка – яблунево-подорожничковою попелицею. Сирф облямований, як і сирф перев'язаний, особливо часто трапляється в садах, які межують із квітучими насінниками моркви, кропу, цибулі. Насадження цих рослин навколо саду з метою приваблення сирфід відіграє дуже важливу роль.

З ряду сітчастокрилих ентомофагами попелиць є золотоочка звичайна та золотоочка прозора. Золотоочка прозора – дуже ефективний природний регулятор чисельності попелиць. Зимують передлялечки в коконах у тріщинах кори, розвилках гілок, під опалим листям і рослинними рештками, у стінах надвірних будівель та інших місцях. Навесні за температури понад 10°C відбувається залялькування. Перед виплодженням дорослої комахи лялечка стає рухливою, прогризає верхню частину кокона, виходить назовні та скидає ліняльну шкірку. Після додаткового живлення під час з'явлення попелиць самиця золотоочки відкладає невеликими групами до 400 довгастих смарагдових яєць на високих стебельцях – на листках і пагонах рослин. Через кілька днів з яєць виплоджуються веретеноподібні, сіруваті шестиногі личинки, які сягають довжини 7–8 мм. Личинки дуже рухливі, швидко бігають і довгими серпоподібними щелепами схоплюють попелиць, висмоктують їхній вміст, залишаючи тільки шкірки. Доросла золотоочка знищує протягом 10 хв. 5 особин попелиць, а личинка за період розвитку – 150–400 попелиць. У таблиці 2 наведено ефективне співвідношення ентомофагів та попелиці – найбільш шкодочинної в садах Закарпаття у 2022 році.

У 2022 році надзвичайно шкодочинною була попелиця різних видів на всіх плодових культурах. Сильно пошкоджувала попелиця молоді пагони та навіть зав'язані плоди. Незважаючи на сильну посуху, сприятливі умови для розмноження були майже для 10 видів попелиць. Навіть

широко розповсюдженою була кров'яна на яблуні старшого віку, особливо на порослі. Вагому роль в обмеженні шкодочинності ентомофаги завдали лише на екстенсивних садах.

В яйцях плодожерки та інших листокруток паразитують види роду *Trichogramma*. З паразитів гусениць найбільш постійні й численні мікродус, аскогастер, ефіальтес, пристамерус, паразит лялечок – пімпла (Shevchuk, 2008). В умовах плодового саду їх основний господар – яблунева плодожерка.

Трихограма заражає також яйця садових совок і кукурудзяного метелика на кукурудзі на полях, що межують із садом. Обидва види трихограми зимують у фазі передлялечки в стані діапаузи, яка виникає за температури 10°C, в яйцях кільчастого шовкопряда, кистехвоста і п'ядуна зимового. Зимуючі особини витримують морози до –25°C і короткочасне зниження температури до –32°C. Найефективнішою є трихограма кацеція. Цей вид найкраще пристосований до господарів, які живуть на деревах, у тому числі й у саду. Найчастіше цих корисних комах розводять у біолабораторіях, а потім випускають для боротьби зі шкідниками. Навесні трихограма вилітає до початку відкладання яєць плодожеркою і листокрутками. Через відсутність господаря вона гине у великій кількості, не відклавши яєць. Тому на початку літа зараженість яєць плодожерки трихограмою одинична і наростає тільки до кінця першого покоління шкідника.

У районах, де плодожерка розвивається у двох поколіннях, критичний період для розмноження трихограми настає влітку між її поколіннями, коли відсутні яйця плодожерки. Розмноження трихограми в цей період можливе за наявності яєць додаткових господарів – листокруток. Наявність у садах України великої кількості різних видів

Таблиця 2. Ефективне співвідношення ентомофагів проти попелиць у старих садах груші

Table 2. Effective ratio of entomophages against aphids in old pear orchards

Ентомофаги	Роки спостережень за попелицею	
	2022	2023
Сонечко семикрапкове	1:45	1:20
Золотоочка звичайна	1:25	1:10
Золотоочка прозора	1:25	1:10
Сирф перев'язаний	1:40	1:5
Сирф облямований	1:40	1:10
Адалія двокрапкова	1:25	1:16
Адалія десятикрапкова	1:45	1:10
Кальвія десятиплямиста	1:40	1:12

листокруток забезпечує безперервне розмноження трихограми в природі до осені за послідовного переходу її з одного господаря на іншого. Для трихограми-ембріофаги характерною особливістю є відсутність самців, тому її ще називають безсамцевою (Kokhanets, Kosylovych 2010).

Істотну роль в обмеженні масового розмноження горностаєвих молей відіграють спеціалізований паразит агеніаспіс, мухи-тахіни: беса, еуріста та бактрома та їздець пімпла-дослідник. Синхронність у розвитку паразита та яблуневої молі забезпечує досить швидко збільшення чисельності агеніаспіса. Проте слід пам'ятати, що період льоту в агеніаспіса становить 15–20 днів, а тривалість відкладання яєць міллю – один місяць. Тому частина яєць шкідника залишається незараженою. Перезимовують яйця паразита в тілі гусениць молі. При цьому з одного яйця паразита розвивається від 5 до 180 зародків. Личинки виплоджуються в першій половині травня і перебувають під ембріональною оболонкою. У третьому віці вони звільняються від оболонки і живляться внутрішніми органами гусениці. Паразитовані гусениці роздуваються, стають великими, але продовжують житися. У п'ятому віці вони майже нерухомі, перестають житися, тіло їх темніє й поступово муміфікується. У цей час личинки паразита заляльковуються у своєрідних коконах у тілі гусениці. Лялечка розвивається 13–19 днів. Дорослі паразити, які виплодилися, прогризають кокон, покриви гусениці й виходять назовні. Виліт агеніаспіса розпочинається в період масового відкладання яєць метеликами молі. У перші два дні після вилітання відбувається спаровування і відкладання яєць.

Найчастіше самиць приваблюють щитки молі, які ще не встигли затвердіти і легко проколюються яйцекладом. Зараженість яблуневої молі агеніаспісом сягає до 20% у садах зі скороченою кількістю обприскувань інсектицидами і до 60% – у присадібних садах. Для збереження й підвищення ролі агеніаспіса в обмеженні чисельності яблуневої молі рекомендують внутрішньоареальне переселення паразита.

Крім яблуневої горностаєвої молі, живителями є плодова і бруслинна горностаєві молі, березова і дубова серпокрилки та інші види метеликів. Зараження гусениць яблуневої молі тахіною бактромацією відбувається в другій і третій декадах червня. Личинки і пупарії мух можна виявити в третій декаді червня – першій декаді липня. Тривалість фази личинки – 4–5 днів. Вихід дорослих мух спостерігають у липні. Ентомофаги

відіграють важливу роль у регуляції чисельності мінуючих молей, що розвиваються в плодovому саду. Нерідко вони знищують понад 90% гусениць і 70% лялечок мінерів. У комплексі ентомофагів найчисленнішими є їздець голькоторакс, їздець біколор та їдці з родини сімпіезис. В одній гусениці розвивається від 3 до 16 личинок їдця, який за рік дає 2–3 покоління. Чисельність його до кінця літа значно зростає.

За літературними даними, чисельність білана жилкуватого в Україні регулюють 72 види паразитів і хижаків (Stankevych 2015). Найбільше значення в його обмеженні мають їдці-браконіди, які заражають від 8% до 17,8% гусениць, їхневмоніди, що знищують в окремі роки до 95–98% лялечок шкідника. Важливу роль відіграють також мухи-тахіни. У Закарпатській області відчутне значення в регулюванні чисельності білана жилкуватого мають такі паразити: апантелес білановий, тахіни фріксе і компсилюра, апехтис капустяний, пімпла-підбурювач, теронія і брахімерія.

Крім білана жилкуватого, живителями є п'ядуни, шовкопряди, совки, бражники, ведмедиці, пістрянки та інші види лускокрилих. Мухи цього виду заражають гусениць білана жилкуватого старшого віку. В одній гусениці або лялечці шкідника найчастіше розвивається 1–2, рідше – 3–8 личинок тахін. Лялечки, заселені тахінами, набувають червонуватого відтінку. Період розвитку личинки паразита в тілі живителя становить близько восьми днів. Після закінчення живлення личинка залишає тіло живителя і через 2–4 год. утворює пупарій.

Видовий склад ентомофагів золотогозуза представлений 87 видами. В Україні чисельність шкідника обмежують 18 видів тахін та 24 види перетинчастокрилих паразитів. У природних біоценозах ентомофаги є основними регуляторами чисельності шкідника в умовах луків, підлісків та старих закинутих садів зерняткових. У промислових садах чисельність дуже обмежена. Зараженість гусениць комплексом тахін може сягати 100%. В Україні чисельність золотогозуза обмежують такі види ентомофагів: ептеромал гніздовий, метеорус строкатий, апантелес шовкопрядний, апантелес одинокий – паразити гусениць молодших віків; тахіни екзориста, блонделія, компсилюра, ктенофороцера, цестонія – паразити гусениць старшого віку; пімпла підбурювач, теронія – паразити лялечок.

Крім золотогозуза, живителями є непарний і кільчастий шовкопряди, совки та інші види комах. Самиці заражають гусениць золотогозуза

наприкінці травня – у червні. Імаго нового покоління виплоджуються із середини червня і до кінця липня. Чисельність двокрилих паразитів можуть обмежити вторинні паразити, які заражають личинок тахінів усередині живителя.

За літературними даними, чисельність непарного шовкопряда обмежують понад 200 видів ентомофагів, у тому числі в Україні близько 56 видів. Найбільше значення з них мають спеціалізовані види. Так, паразит анастатус може заражати від 10% до 100% яйцекладок непарного шовкопряда. Серед паразитів гусениць старшого віку домінують мухи-тахіни, а лялечок заражають паразити родів Пімпла і Епіурус. Ефективним у знищенні гусениць непарного шовкопряда є жук великий красотіл. Протягом доби він з'їдає майже 40 гусениць.

Анастатуса японського можна використовувати і для боротьби з непарним і кільчастим шовкопрядами методом внутрішньоареального розселення. У вогнищах непарного шовкопряда шинковий шкіроїд за чисельністю часто домінує серед шести виявлених видів. Зимують жуки під відсталою корою, в дуплах, у штучних закритих місцях гніздування птахів. У цих же місцях до з'явлення в природних умовах кладок яєць непарного шовкопряда у великій кількості нагромаджуються личинки різного віку. З появою кладок яєць шкідника личинки шкіроїда переселяються на них і живляться. В одній кладці може бути до восьми личинок, які часто знищують усі яйця.

Відомо понад 90 видів ентомофагів кільчастого шовкопряда, в тому числі 18 видів з них паразитують в яйцях і 78 – у гусеницях і лялечках. Найбільше практичне значення в зниженні чисельності шкідника мають яйцеїди, які знищують шкідника до заповодження шкоди. Серед яйцеїдів ефективні спеціалізовані види – теленомус гладенький та ооенциртус повільний. Вони здатні розшукати живителя за різної його чисельності й відносно синхронно розвиватися з ним. До всеїдних ентомофагів, які заражають гусениць і лялечок кільчастого шовкопряда, належать 15 видів їздців із родини браконід, 31 вид із родини інхневмонід, 24 види тахінів і вісім видів з інших родин і рядів. Із браконід велике значення має апантелес, який заражає в окремі роки до 70% гусениць кільчастого шовкопряда. З інхневмонід найчастіше трапляються грегопімпла, пімпла-підбурювач, пімпла спурія, теронія; з тахінів – тлефуса, екзоріста личинкова, блонделія.

Теленомус поширений скрізь, де є кільчастий шовкопряд. Розвиток ентомофага майже збіга-

ється з розвитком живителя і триває 11 місяців. Зимує передлялечка в оболонці яйця кільчастого шовкопряда. На початку червня за 10–15 днів до початку відкладання яєць шкідником починають вилітати дорослі паразити, які живляться нектаром селерових, розоцвітих рослин. Живуть вони у природних умовах 2–2,5 місяця. Самиця відкладає до 60–70 яєць. Личинка розвивається протягом 2–3 місяців і у вересні утворює кокон, в якому формується передлялечка. Розвивається в одному поколінні. Серед усіх яйцеїдів теленомус найбільш поширений та ефективний. У старих вогнищах заражає до 50–80% яєць кільчастого шовкопряда. Для використання теленомуса в боротьбі з кільчастим шовкопрядом рекомендують внутрішньоареальне розселення ентомофага зі старих, згасаючих вогнищ шкідника, де кладки яєць заражені більш як на 30%, у нові.

Чорна муха з довжиною тіла 9–13 мм. Жовтосірі груди мають чотири чорні поздовжні смужки. Черевце конічне, чорне, три задніх сегменти з широкими поперечними сірими смужками. Тахіна відкладає великі яйця на шкіряні покриви гусениці 4–5-го віку. Личинки, що виплодилися, проникають усередину, де протягом трьох тижнів живляться жировим тілом і внутрішніми органами гусениці. Закінчивши живлення, личинки виходять із гусениць або лялечок і заляльковуються в ґрунті. Через 14–16 днів вилітають дорослі мухи. Тахіна дає кілька поколінь за рік. Заражає близько 50 видів комах, у тому числі кільчастого шовкопряда, білана жилкуватого, золотогуза, античну хвилівку, совок, бражників та ін. Мух тахінів можна переселяти в нові вогнища шкідників (Yevtushenko, Hrama 2011).

### **Обговорення**

Одним зі способів практичного використання корисних членистоногих є інтродукція й акліматизація, тобто завезення ефективних видів комах або кліщів у нові регіони поза їхній звичайний ареал та їх пристосування до нових умов існування. Досвід з обмеження чисельності небезпечного шкідника яблуні іноземного походження – до кров'яної попелиці було інтродуковано її паразита – афелінуса. Протягом нетривалого часу він був розселений по всьому ареалу кров'яної попелиці, акліматизувався і знизив її шкідливість до господарсько невідчутного рівня (Stankevych 2015).

Для захисту рослин від шкідників практикують також сезонну колонізацію ентомофагів, використовуючи штучно розмножених у лабораторних умовах ентомо- й акарифагів. З цієї метою розмножують штучно багато комах, застосовуючи, до при-



кладу, яйцеїда трихограму. Цей ентомофаг заселяє яйця шкідників і знищує їх до появи личинок.

### Висновки

Застосування ентомофагів, як і біологічного засобу захисту, є екологічно чистим методом боротьби зі шкідниками в садах зерняткових культур. В основі цього біологічного методу лежить хижа або паразитоїдна активність одних комах проти інших. Ентомофаги-паразитоїди, на від-

міну від паразита, поступово вбивають шкідників, використовуючи останніх як джерело живлення свого потомства. При цьому в ентомофагів є чудова якість – вони не завдають шкоди сільськогосподарським рослинам. Використання ентомофагів, на відміну від застосування хімічних засобів, вимагає жорсткої системності в застосуванні та більше уваги з боку аграріїв, адже важливо зберегти не тільки урожай, а й екосистему взагалі.

YEVTUSHENKO, M.D., HRAMA, V.M. (2011) *Zmina paradyhmy v systemi teorii i praktyky zakhystu plodovykh sadiv v Ukraini za storichchia*. Kharkiv, KhNAU (in Ukrainian).

JAMIESON, M.A., TROWBRIDGE, A.M., RAFFA, K.F., LINDROTH, R.L. (2012) Consequences of climate warming and altered precipitation patterns for plant-insect multitrophic interactions. *Plant Physiology*, 160(4), 1719–1727.

JAWORSKI, T., HILSZCZANSKI, J. (2013) The effect of temperature and humidity changes on insect development and their impact on forest ecosystems in the context of expected climate change. *Forest Research Papers*, 74(4), 345–355.

KOKHANETS, O.M., KOSYLOVYCH, H.O. (2010) *Ekolohichni osnovy zakhystu roslyn*. Lviv (in Ukrainian).

LAZZARI, C.R., INSAUSTI, C.T. (2008) Circadian rhythms in insects. *Transworld Research Network*, 37/661, 18.

SELIVERSTOV, O. (2026) Open Geodata for National Parks. *Proceedings of the Third European SCGIS Conference “Geoinformation technologies for natural and cultural heritage conservation”*. 11015012, October, 2016, Sofia, Bulgaria. P. 118–120.

SHEVCHUK, V. (2008) Biotsenotychnyi indeks pryrodnykh khyzhakiv – rehulatoriv chyselnosti popelyts na slyvi i chershni v umovakh pivnichnoho lisostepu Ukrainy. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 4, 469–477 (in Ukrainian).

STEEL, C.G.H., VAFPOULOU, X. (2002) Physiology of circadian systems. In: *Insect Clocks* (Eds. Saunders, Steel, Vafopoulou, Lewis). Elsevier Science, Amsterdam, PP. 115–118.

STANKEVYCH, V. (2015) *Upravlinnia chyselnistiu komakh-fitofahiv: navchalnyi posibnyk*. FOP Brovin O.V., Kharkiv (in Ukrainian).

ZOLOTARENKO-HORBUNOVA, L.M. (2009) Entomofahy-khyzhaky nespravzhnikh shchytivok pivdnia livoberezhnoi Ukrainy. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*, 1, 48–56 (in Ukrainian).

## УСУЧАСНЕНИЙ ПОГЛЯД НА МОРФОЛОГІЮ ОЧЕРЕВИНИ ТА ЇЇ РЕМОДЕЛЮВАННЯ ЗА СПАЙКОВОЇ ХВОРОБИ

Анастасія ПАЙДАРКІНА, Оксана КУШЧ

Останнім часом простежується зростання інтересу щодо морфофункціонального стану очеревини з розкриттям її будови та реактивності на дію фізичних, хімічних і біологічних факторів. Їх активна участь у захисній реакції черевної порожнини, з одного боку, та важлива роль у тривалому запаленні й формуванні спайкоутворення – з іншого, завжди цікавить морфологів, клініцистів та інших фахівців. Підвищений інтерес до очеревини як органа пояснюється її особливими бар'єрними та імунологічними функціями. Натепер більшість змін у функціонуванні шлунково-кишкового тракту пов'язана з порушенням тканинного бар'єру в разі проникнення патогенних видів мікроорганізмів і всмоктування токсичних речовин, що є одним із впливів біологічного чинника на кишківник. Порушення імунологічної толерантності до власної мікрофлори є однією з розповсюджених патологій шлунково-кишкового тракту за аутоімунним механізмом, що є наслідком уживання неякісної їжі, порушення гігієни харчування та вікових змін імунної системи самого організму, а також є одним із біологічних чинників порушення гістологічного бар'єру: зовнішнє середовище – кишківник – внутрішнє середовище. Негативні впливи на фізіологічні процеси шлунково-кишкового тракту, вікові зміни, хірургічні втручання, запальні процеси є наслідками дії різноманітних фізичних і хімічних факторів (уживання антибіотиків і хіміопрепаратів, їжі з консервантами та стабілізаторами, гіподинамія як фізичний фактор, булімія та анорексія), що призводять до змін у будові та функціонуванні всіх компонентів очеревини з подальшим ремоделюванням окремих гістологічних структур кишківника та очеревини. Наслідком перебудови гістологічної структури кишківника і очеревини найчастіше є розвиток спайкової хвороби. За даними наукової літератури, сьогодні існує значна низка методик моделювання такої хвороби в експерименті. Під час аналізу експериментальних даних є сенс зупинитися на спайковій хворобі за методикою А. Г. Волянської. Перевагами цієї методики є легкість виконання, низька собівартість, швидке отримання очікуваних результатів і мала смертність. Більшість авторів, які вивчають фізіологію шлунково-кишкового тракту, за експериментальну модель вибирають щурів, тому що анатомічно така система тварин подібна до анатомії людини. Особливості будови лімфоїдної тканини, асоційованої зі слизовими оболонками органів шлунково-кишкового тракту і очеревиною, також збігаються з даними, отриманими від людей. У результаті аналізу наукової літератури було поглиблено і розширено сучасне уявлення про анатомію і фізіологію очеревини. У будові окремих структур очеревини існують морфологічні й гістологічні розбіжності, що і є особливістю даного органа, і тим самим мають бути різні методологічні підходи до вивчення саме цих окремих структур очеревини, а саме парієтальної і вісцеральної частин очеревини, чепця і брижі. З огляду на попередній висновок те саме можна сказати і про лімфоїдну тканину окремих структур очеревини. У парієтальній очеревині лімфоїдний компонент частіше всього виражений як FALC (лімфоїдними кластерами, асоційованими із жировою тканиною). У чепці багатьма вченими було досліджено молочні плями – осередки лімфоїдної тканини, проте FALC там теж є наявними, але в менших кількостях. Натепер відсутні дані щодо лімфоїдного компонента тканин брижі кишківника, що постає предметом подальших досліджень.

**Ключові слова:** очеревина, лімфоцити, імунітет, спайкова хвороба, щури, мікроскопія.

Запорізький національний університет, біологічний факультет, вул. Гоголя, 62 (III корпус), Запоріжжя 69095, Україна; e-mail: [nastasia.p.nikolskaya97@gmail.com](mailto:nastasia.p.nikolskaya97@gmail.com)

**A modern view of the anatomy and physiology of the peritoneum, its reactivity: a review. Paydarkina A.P., Kushch O.G.**

Recently, there has been a growing interest in the morpho-functional state of the peritoneum with the disclosure of its structure and reactivity to the action of physical, chemical and biological factors. Their active participation in the protective reaction of the abdominal cavity, on the one hand, and their important role in long-term inflammation and adhesion formation, on the other, are always of interest to morphologists, clinicians and other specialists. Increased interest in the peritoneum as an organ is explained by its special barrier and immunological functions.

*At the moment, most of the changes in the functioning of the gastrointestinal tract are associated with a violation of the tissue barrier during the penetration of pathogenic types of microorganisms and the absorption of toxic substances, which is one of the effects of biological factors on the intestine. Violation of immunological tolerance to one's own microflora is one of the widespread pathologies of the gastrointestinal tract by an autoimmune mechanism, which is a consequence of eating poor-quality food, violation of nutritional hygiene and age-related changes in the body's immune system; which is also one of the biological factors of the violation of the histological barrier: the external environment – the intestine – the internal environment. Negative effects on the physiological processes of the gastrointestinal tract, age changes, surgical interventions, inflammatory processes are the consequences of the action of various physical and chemical factors (use of antibiotics and chemical preparations, food with preservatives and stabilizers, hypodynamia as a physical factor, bulimia and anorexia) lead to changes in the structure and functioning of all components of the peritoneum with subsequent remodeling of individual histological structures of the intestine and peritoneum. According to the literature, the consequence of the reconstruction of the histological structure of the intestine and peritoneum is the development of adhesion disease. According to the literature, today there is a significant number of methods for modeling adhesion disease in an experiment. Analyzing the experimental data, it makes sense to focus on adhesion disease according to the methodology of A. G. Volyanska. The advantages of this technique are ease of implementation, low cost of the technique, quick obtaining of the expected results and low mortality. Most of the authors who studied the physiology of the gastrointestinal tract as an experimental model choose rats, because anatomically this system of animals is similar to human anatomy. Features of the structure of the lymphoid tissue associated with the mucous membranes of the organs of the gastrointestinal tract and peritoneum also coincide with the data obtained from humans. As a result of the bibliographic analysis of the literature, the modern understanding of the anatomy and physiology of the peritoneum was deepened and expanded. There are morphological and histological differences in the structure of individual structures of the peritoneum, which is a feature of this organ, and thus there should be different methodological approaches to the study of these individual structures of the peritoneum, namely, the parietal and visceral parts of the peritoneum, cap and mesentery. Based on the previous conclusion, the same can be said about the lymphoid tissue of individual structures of the peritoneum. In the parietal peritoneum, the lymphoid component is most often expressed as FALC (lymphoid clusters associated with adipose tissue). In the cap, many scientists have studied milky spots – cells of lymphoid tissue, but FALC are also present there, but in smaller quantities. To date, there are no data on the lymphoid component of intestinal mesenteric tissues, which is the subject of further research.*

**Key words:** small intestine, peritoneum, lymphocytes, immunity, adhesion disease, rats, microscopy, morphometry, histological changes.

Zaporizhzhia National University, Faculty of Biology, 62, Gogolya str. (III building), Zaporizhzhia, 69095, Ukraine; e-mail: nastasia.p.nikolskaya97@gmail.com

## Вступ

Останнім часом простежується зростання інтересу щодо морфофункціонального стану очеревини з розкриттям її будови та реактивності на дію фізичних, хімічних і біологічних факторів. Активна участь структур очеревини (парієтальної і вісцеральної її частин, чепця і брижі) у захисній реакції, з одного боку, та важлива роль у тривалому запаленні й формуванні спайкоутворення – з іншого, завжди є предметом інтересу фізіологів, імунологів та інших фахівців. Натепер підвищений інтерес до очеревини як органа пояснюється її особливими бар'єрними та імунологічними функціями (Bricou et al. 2009; Kondratovich 2014; Van Baal 2017).

Нині більшість змін у функціонуванні шлунково-кишкового тракту пов'язана з порушенням тканинного бар'єру в разі проникнення патогенних видів мікроорганізмів і всмоктування токсичних речовин, що є одним із впливів біологічного чинника на кишківник (Lichtenstein et al. 2018).

Порушення імунологічної толерантності до власної мікрофлори є однією з розповсюджених патологій шлунково-кишкового тракту за аутоімунним механізмом, що є наслідком вроджених факторів, уживання неякісної їжі, порушення гігієни харчування та вікових змін імунної системи самого організму, а також є одним із біологічних чинників порушення гістологічного бар'єру: зовнішнє середовище – кишківник – внутрішнє середовище (Marushko et al. 2021).

Вікові зміни, запальні процеси, хірургічні втручання є наслідками дії різноманітних фізичних і хімічних факторів (уживання антибіотиків і хіміопрепаратів, їжі з консервантами та стабілізаторами, гіподинамія як фізичний фактор, булімія та анорексія), що призводять до змін у будові та функціонуванні всіх компонентів очеревини з подальшим ремодельованням окремих гістологічних структур кишківника та очеревини (Hellebrekers 2005; Lin et al. 2017; Lichtenstein et al. 2018).



Дослідники М. Г. Мельниченко та А. А. Квашніна (Melnuchenko, Kvashnina 2019) у своїй роботі приводять таку класифікацію чинників, які впливають на імунологічні механізми очеревини й ініціюють локальну імунну відповідь: 1) механічні (травма органа шляхом розсічення тканин або формування різного роду дефектів очеревини); 2) фізичний (підсушування очеревини повітрям під час хірургічного втручання); 3) хімічний (контактування тканин черевної порожнини з речовинами, що призводять до формування опіків хімічної природи або асептичного запалення черевної порожнини); 4) біологічний (мікробні й вірусні фактори вірулентності мікроорганізмів).

Наслідком перебудови гістологічної структури кишківника і очеревини найчастіше є розвиток спайкової хвороби, що набуває епідеміологічних значень, з подальшими проблемами її корекції. (Unguryan, Bondar 2011; Дукуу 2004).

За даними наукової літератури, натепер існує значна низка методик моделювання спайкової хвороби в експерименті. Під час аналізу експериментальних даних є сенс зупинитися на спайковій хворобі за методикою А. Г. Волянської (Volyanska 2013). Перевагами цієї методики є легкість виконання, низька собівартість, швидке отримання очікуваних результатів і мала смертність.

Більшість авторів, які вивчають фізіологію шлунково-кишкового тракту, в ролі експериментальної моделі вибирають щурів, тому що анатомічно ця система тварин подібна до анатомії людини, й отримані експериментальні дані можливо екстраполювати на людину. Особливості будови лімфоїдної тканини, асоційованої з кишківником і очеревиною, у щурів також збігаються з даними, отриманими від людей (Volyanska 2013; Gryn 2020).

Розуміння структури організму, його морфологічних і функціональних особливостей дає можливість зрозуміти закономірності перебігу життєво важливих і патологічних процесів у різних органах, тканинах і цілому організмі. Практичне значення полягає в об'єктивізації даних про топографічні закономірності розташування внутрішніх органів та їх структури, що важливо для розроблення ефективних хірургічних методик (Stepanchuk et al. 2021).

На думку І. Бахдаді (Baghdadi 2016), існує кілька гіпотез щодо причин утворення спайок: теорія про чутливість організму до мікробіоти кишківника, ішемія, недостатня захисна реакція для обмеження вогнища запальних патологій, порушення роботи мітохондрій.

Незважаючи на значні досягнення в галузі хірургії, анестезіології та реаніматології, впровадження в медичну практику новітніх технологій, результати лікування хворих на гострий живіт залишаються незадовільними через високі показники летальності від деструктивного холециститу – 35%, непрохідності – 20%, панкреонекрозу – 15–47% та перитоніту – 40%. Гострі захворювання органів черевної порожнини часто асоціюються з розвитком тяжких ускладнень, у тому числі поліорганної недостатності, що є причиною смерті у 95–97% випадків (Murando et al. 2019).

Чимало вчених вивчали окремі компоненти очеревини, в подальших дослідженнях необхідно враховувати результати їх роботи, адже існує низка особливостей не тільки в анатомічній і гістологічній їх структурі, а й особливості лімфоїдного компонента окремих структур очеревини (Kim et al. 2012). Таким чином, вивчення структурної організації очеревини як імунокомпетентного органа сприятиме вирішенню практичних завдань, а саме факторів, що контролюють імунні реакції в організмі (Cleypool et al. 2020; Voloshyn 2010; Lutsyk 2018).

Мета роботи – поглибити і розширити уявлення про анатомію і фізіологію очеревини, з'ясувати особливості її лімфоїдного компонента в окремих структурах органа (парієтальної і вісцеральної частин очеревини, чепця і брижі) шляхом бібліографічного аналізу літератури.

**Морфологічні особливості очеревини білих щурів у нормі.** Ембріогенез очеревини дозволить зрозуміти закладання окремих структурних елементів черевної порожнини, походження окремих структур органа, міграцію і взаємодію клітин.

Поділ мезодерми тіла на вісцеральну і соматичну призводить до утворення порожнини тіла. Відокремлення позаембріональної та внутрішньо-ембріональної частин первісного цілому відбувається безпосередньо під час відділення ембріонального тіла від позаембріональних оболонок. Згодом усі порожнини тіла сформованого організму походять від внутрішньоутробної частини первинного цілому (Rukalyuk, Osmanov 2011).

По обидва боки первинної кишки дорсально від перегородки формується кишкова ділянка, яка не відокремлюється повністю, утворюючи короткий плевральний канал, що з'єднує перикардальну і перитонеальну порожнини кишкового тракту. Плевральний канал обмежений парними складками тканин плевроперикарду та плевроперитонеуму (Lutsyk, Chaykovskyy 2018).

На початку онтогенезу спланхномезодерма поширюється з обох боків травного тракту в напрямку серединної лінії. Формування загальної брижі починається з утворення двох шарів спланхномезодерми, які підтримують кишківник у черевній порожнині. Черевна брижа прикріплює кишківник до черевної стінки, вона прикріплена до вентральної частини. Надалі целом поділяється на ліву і праву сторони загальною брижею, але на первинному етапі розвитку частина брижі проривається, утворюючи непарні порожнини тіла, які завжди присутні в дорослому сформованому організмі – торакальну й абдомінальну (Michael, Wojciech 2011).

Епітеліальний мезотелій очеревини еволюційно походить із первинної кишки і дозволяє припустити, що мезотелій міг би бути первинним осередком лимфоїдних кластерів, асоційованих із целомом – CALC (Coelom associated lymphoid clusters) імунної тканини найпростіших, який у багатоклітинних зберігся як осередок закладання і підтримки цієї ланки вродженого імунітету протягом усього життя та є джерелом В1-лімфоцитів та Т-лімфоцитів (Lutsyk et al. 2013).

Найперше зіткнення багатоклітинного організму відбувається з антигенами повітря та продуктів харчування. Еволюційно з'явилася необхідність у виникненні й формуванні лимфоїдної тканини в целомічному епітелії. Первинний імунітет є неспецифічним, вродженим і має зберігатися у всіх представників багатоклітинних як необхідність першої ланки захисту від антигенів, що проникають у шлунково-кишковий тракт (Leslie, James 2007).

Натепер недостатньо досліджено лимфоїдні кластери, асоційовані із целомом (CALC) за походженням целомічного епітелію. Еволюційно пізніше з розвитком багатофункціональності організму формується і набутий специфічний імунітет, який у ссавців поєднується із вродженим. Тому перед імуноморфологами постає задача дослідження локального імунітету в різних структурах очеревини.

Очеревина (лат. Peritoneum Khomych, 2019) – це тонка, напівпрозора мембрана, яка покриває стінку черевної порожнини, парієтальну (лат. Peritoneum parietale Khomych, 2019), і поверхню внутрішніх органів, або вісцеральну (лат. peritoneum viscerale) (Volyanska 2013). Між цими двома шарами знаходиться очеревинна порожнина, яка повністю закрита і заповнена невеликим об'ємом (приблизно 50 мл) серозної рідини. Серозна рідина діє як мастило і забезпечує ковзання двох листків

черевної порожнини, не викликаючи надмірного тертя (Rytsyk et al. 2020).

Очеревина є одним із шарів черевної стінки і являє собою дуже тонку, еластичну і прозору мембрану, через яку неозброєним оком видно дрібні капіляри і тонкий шар жирової тканини, локалізований в окремих ділянках очеревинної порожнини (Eunhye et al. 2007).

Очеревина здатна до інтенсивної клітинної регенерації. Поверхня парієтальної очеревини дуже гладка і контактує з внутрішніми органами, запобігаючи їх прикріпленню до черевної стінки (Schreinemacher et al. 2010).

Брижа (лат. Mesenterium Khomych, 2019) – одна з похідних очеревини, що являє собою перетинчасту, прозору структуру. Макроскопічне дослідження показує, що брижа покриває петлі тонкого і товстого кишківника, відокремлюється від задньої стінки черевної порожнини і є сукупністю щільних складок очеревини, що містять кровоносні судини (Poutsiaika et al. 2017).

Зазвичай анатоми розглядають брижу зверху вниз і зліва направо. Таким чином, подвійна структура (дуплікатура) листка очеревини, яка фізіологічно закріплює петлі кишківника, фіксується до черевної стінки по задньому краю. Ця частина відносно коротка і підтримує більшу частину кишківника в черевній порожнині, запобігаючи його зміщенню та опущенню. Брижу кишківника також описують як віялоподібну безперервну структуру, яка пов'язана з переходом від парієтального листка до органів і подальшим формуванням вісцерального листка очеревини (Mutsaers et al. 2015).

Дослідження демонструє два різних за довжиною та функціональністю краї брижі: перший забезпечує з'єднання брижі з очеревиною задньої стінки, другий з'єднує брижу з краєм кишківника. Брижа тонкої і клубової кишок візуально нагадує віяло через різницю довжин двох протилежних її боків, які за вертикального положення утворюють складки (Shatorna et al. 2016).

Брижу тонкого і товстого кишківника можна описати як тонке, еластичне, гладке, блискуче, рівномірно щільне утворення очеревини, в якому кровоносні судини розташовані ближче до порожнистих структур тонкого і товстого кишківника (Bondar et al. 2019).

Великий чепець (лат. Omentum minus Khomych, 2019) є спеціалізованим перитонеальним утворенням, що має вигляд фартуха і являє собою дуплікатуру вісцеральної очеревини, що бере початок від поверхні печінки до малої кривизни шлунку і два-

надцятипалої кишки. Згідно з літературними джерелами, великий чепець білого щура є втіленням великого чепця людини (Maksymenko, Gryn 2023).

Між двома вісцеральними листками очеревини великого чепця локалізовано скупчення жирової тканини, велика кількість кровоносних, лімфатичних судин та нервових волокон (Solass et al. 2016).

Гістологічно великий чепець складається з мезотелію та сполучнотканинної пластинки, що містить пухку мережу еластичних та колагенових волокон. У місцях, де проходять судини та нерви, сполучна тканина щільнішає. Між еластичними і колагеновими волокнами сполучної тканини локалізуються жирові часточки, а також скупчення макрофагів і лімфоцитів, що утворюють молочні плями (Struller et al. 2017; Kostylenko 2023).

Молочні плями яляють собою невеликі тканинні агрегати, присутні в структурах єдиного ціломічного походження, включаючи плевру і перикард, брижу кишківника, а також великий чепець. Вони складаються з імунних клітин переважно навколо кровоносних капілярів і покриті шаром мезотеліальних клітин (Yildirim et al. 2010).

Автор В. Щурінк (Schurink et al. 2019) виділив два типи молочних плям очеревини, які прилягають до сітчастих волокон і межують із частками жирової тканини: навколосудинні і лімфоїдні кластери, асоційовані з жировою тканиною FALC (fat-associated lymphoid clusters); поверхневі, що можна ідентифікувати поверх часток жирової тканини серозних оболонок.

Жироасоційовані скупчення лімфоцитів (FALC), відомі як молочні плями, також присутні в інших жирових резервуарах перикарду, середостіння і плевральної порожнини. Ці елементи структурно подібні, містять однакові популяції лімфоцитів і виконують схожі функції. Однак молочні плями відрізняються більшою кількістю клітинних популяцій на грам тканини порівняно з FALC (Jayanth et al. 2015). Натепер серед морфологів триває дискусія щодо приналежності лімфоїдних кластерів, асоційованих із жировою тканиною, FALC до молочних плям, що потребує подальшого вивчення (Schurink et al. 2019; Felix 1961).

Залишається невирішеною проблема візуалізації молочних плям у різних структурах очеревини. Наразі полтавська школа морфологів під керівництвом професора Ю.П. Костиленка (Ksionz, Kostylenko 2023) займається вивченням молочних плям у структурах великого чепця. Л. Хаврлентова (Havrlentová 2017) та В. Щурінк (Schurink 2019) описують метод занурення фрагмента чепця в гематоксилін на певний час. Іншим

методом є візуалізація скупчень лімфоїдної тканини за методом професора М. А. Волошина (2010), який полягає в підфарбуванні лімфоїдних структур насиченим розчином пікринової кислоти (Voloshyn et al. 2010).

У роботах Р. Амарала (Amaral et al. 2017) охарактеризовано гістологію очеревини. Вона представляє епітеліальний моношар мезотеліальних клітин і розташована під мезотелієм пухка сполучна тканина, що містить кровоносні, лімфатичні судини і нерви (Amaral et al. 2017). Мезотелій складається з одного шару сплюснених мезотеліальних клітин і характеризуються як простий плоский епітелій, що вистилає черевну порожнину і внутрішні органи. Мезотеліальні клітини регулюють перитонеальний гомеостаз, підтримуючи цілісність серозної оболонки та індуючи відновлення тканин, відкладання фібрину, презентації антигену та синтезу глікозаміногліканів та протеогліканів (Mutsaers et al. 2015). Розрізняють два основних типи мезотеліальних клітин: сплюснені епітеліальні й кубовидні, а деякі описують проміжний тип (Van Baal et al. 2017). Тип клітини змінюється в залежності від анатомічних взаємозв'язків. Наприклад, кубоподібний тип зустрічається біля паренхіматозних органів і лімфатичних прорихів, тоді як сплюснений тип частіше зустрічається в кишковому, сальниковому і мезентеріальному мезотелії (Mutsaers et al. 2015). Ця проблема потребує подальшого детального вивчення.

Було встановлено, що в новонароджених особин жирові клітини тільки починають з'являтися вздовж сальникових судин, а пізніше, на 3–5-й день життя, утворюють сформовану жирову тканину. Лімфоцити та інші лімфоїдні клітини розсіяні в цій жировій тканині й утворюють FALC (Van Baal et al. 2017).

Гістологічний аналіз паріетальної поверхні очеревини на х40 збільшенні мікроскопа демонструє тонкий шар пухкої сполучної тканини, в якій розташовані лінійні нерозгалужені волокна товщиною 5–6 мкм; з вісцеральної поверхні покрита одношаровим плоским мезотелієм. У нормі мезотелій є безперервним шаром клітин, але настільки тонким, що може легко пошкоджуватися і місцями відшаровуватися, що стає значною проблемою під час взяття зразків для дослідження (Amaral et al. 2017).

Мезотеліоцитам властива фібринолітична активність. У разі їх подразнення формується фібринова плівка, що створює тканинний бар'єр, який потребує подальшого вивчення на молекулярному рівні з описанням рецепторної селекції та адгезії (Mutsaers et al. 2015). Цей факт дозволяє



припустити, що такий фізіологічний ефект одним із механізмів формування спайкової хвороби.

Під час мікроскопічного дослідження і фарбування гематоксилином і оезином, за збільшення  $\times 100$  диференціюються мезотеліальні клітини, які лежать пластом і являють собою великі плоскі клітини неправильної полігональної форми розміром 40–50 мкм і товщиною близько 4 мкм. Їх цитоплазма є оксифільною, ядра – базифільні, овальної форми і розташовуються переважно в центрі (Eunhye et al. 2007).

По всій площі досліджуваних ділянок, великого чепця і парієтальної пристінкової очеревини простежуються поодинокі розташовані лімфоцити малого і середнього діаметру (округлі невеликі клітини діаметром 8–9 мкм з чітко вираженим ядром), які іноді утворюють невеликі скупчення з 3–5 лімфоцитів. Частина з них має широкий обідок цитоплазми. Частіше за все подібні скупчення локалізуються біля кровоносних і лімфоїдних судин (Coffey et al. 2016).

На стандартну площу 1000 мкм<sup>2</sup> зустрічається близько  $5,6 \pm 0,12$  лімфоцитів у структурах очеревини в щурів віком 2 тижні, значення зростає до близько  $7,8 \pm 0,13$  лімфоцитів у щурів віком 1 місяць. Спостерігається тенденція до зростання кількості лімфоцитів майже у два рази у 3-місячних щурів (близько  $15,2 \pm 0,34$  лімфоцитів на досліджувану одиницю площі). У щурів старшої вікової групи кількість лімфоцитів у досліджуваній одиниці площі очеревини становила близько  $4,8 \pm 0,58$  лімфоцитів, а новонароджених –  $3,2 \pm 0,74$  (Solass et al. 2016).

За віком виявлені поодинокі розташовані макрофаги, і кількість їх приблизно у два рази менша за досліджену кількість лімфоцитів у різних структурах очеревини (Jayanth et al. 2015).

Простежується незначна кількість, а саме  $1,2 \pm 0,34$  плазматичних клітин у двотижневих щурів і представників старшої вікової групи на досліджувану стандартну площу. Їх кількість проявляє тенденцію до збільшення зі зростанням віку тварин. Так, у щурів віком 1 місяць кількість плазматичних клітин становила  $4,3 \pm 0,78$ , а в 3-місячних число досліджуваних клітин зросло до  $6,5 \pm 0,14$  на стандартну одиницю площі (Felix 1961).

На першому тижні життя вже чітко простежується і продовжує розвиватися капілярна мережа по краю жирової клітковини, а вздовж самих капілярів накопичуються лімфоцити, лімфоїдні клітини і макрофаги. Н. Такеморі (Takemori 1980) наголошує, що таким чином утворюються молочні плями. Пропорції складових клітин у молочних

плямах вони досліджували в різному віці. У плямах у ранньому віці макрофагів, лімфоїдних клітин і лімфоцитів відносно небагато – у пропорції від 7 до 8% відповідно. Потім кількість лімфоцитів із віком збільшується, а після 50-місячного віку їх стає більше на 1%. Пропорції лімфоїдних клітин залишаються майже незмінними – від 7 до 11%. Макрофаги становлять від 2 до 3% через 1 місяць після народження (Namann et al. 1997).

Відомо, що до складу лімфоїдної тканини парієтальної очеревини входять антиген-презентуючі клітини, що представляють і об'єднують вроджений і набутий імунітет. Проте натепер немає даних щодо їх кількості й топографії ні в чепці, ні в брижі кишківника. Таким чином, це питання потребує подальших досліджень (Takemori 1980). Нині залишаються недостатньо вивченими морфологічні функції дендритних клітин протягом онтогенезу в разі формування спайкової хвороби.

**Методологія моделювання спайкової хвороби в експерименті.** Проблема експериментального моделювання – відтворення на лабораторних тваринах захворювань, що відповідають хворобам людини, давно привертає увагу дослідників. Лабораторні тварини є об'єктами для багатьох сучасних експериментальних та біомедичних досліджень, включаючи анатомічні й фізіологічні дослідження (Isaza-Restrepo et al. 2018).

Очеревину зазвичай описують як захисний бар'єр, що покриває черевні органи, але це набагато складніша структура з великою різноманітністю функцій. Крім участі в ембріогенезі примітивної кишки, функції очеревини включають: селективний транспорт рідини та клітин; фізіологічний бар'єр; імунну індукцію, модуляцію та інгібування імунної відповіді; відновлення тканин і рубцювання; запобігання адгезії та дисемінації пухлини; трансклітинну міграцію (Golyachenko, Dunaevska 2021).

Натепер невирішеним залишається питання надмірної активації утворення колагену в черевній порожнині, що призводить до патології виникнення перитонеальних спайок (Miroshnichenko 2000). Частота утворення спайок після операції становить 70% (Matveev 2007). Проблема непрхідності кишківнику виникає у 50–75% людей зі спайковим процесом (Hellebrekers 2005).

Пошук способів лікування та профілактики утворення спайок у черевній порожнині є одним із найважливіших завдань сучасної фармацевтичної та медичної науки. Однією з перешкод для дослідження причин, механізмів і можливих способів лікування спайкової хвороби залиша-

ється відсутність стійких, якісно відтворюваних, загальноприйнятих експериментальних моделей (Schreinemacher 2009).

Усі експериментальні моделі базуються на ініціації запалення очеревини внаслідок її пошкодження. Відмінності між ними полягають у методах або дієвих агентах (Yushkov et al. 2020).

Дослідження спайкової хвороби дає можливість вивчити процес утворення зрощень очеревини і дослідити роль імункомпетентних клітин у цьому процесі. Шляхом моделювання спайкової хвороби у щурів в експерименті є можливість дослідити імунний компонент мезотеліальної тканини (CALC і FALC) (Hill-West et al. 1995).

До хірургічного методу можна віднести відсікання сегмента парієтальної очеревини, після чого піднімають сліпу кишку, попередньо піддавши її скарифікації. За подальшого контакту тканин черевної порожнини зі сформованим дефектом гарантується майже 100% поява перитонеальних спайок (Delibegovic et al. 2016).

Термооброблення серозної оболонки очеревини високою температурою веде до некрозу очеревини з утворенням зони ушкодження та розвитку спайкової хвороби. Вважається, що такий спосіб моделювання є найбільш еквівалентним спайковій хворобі людини (Magalashvili 1985).

Моделі на основі введення диметилсульфоксиду характеризуються 10% летальністю на тлі 60% частоти появи спайок та пізніми термінами їх формування (Celal et al. 2013). З органічних речовин для ініціації спайкоутворення застосовують внутрішньочеревне введення 2,5%-розчину глутарового альдегіду, що призводить до формування спайок уже на 7-му добу, або 2% розчин хітозану (Vinnik et al. 2003).

За іншою методикою на парієтальну та вісцеральну очеревину наноситься гнійний ексудат, взятий у хворих із розлитим гнійним перитонітом. У результаті септичне запалення очеревини призводить до її пошкодження внаслідок дії ендотоксинів патогенної флори і подальшого розвитку спайкового процесу (Arung et al. 2011).

Існує також спосіб відтворення спайкової хвороби шляхом введення в черевну порожнину дослідних тварин аутокрові (Eskildsen et al. 2022). Він характеризується використанням ініціюючого чинника, який є одним з етіологічних факторів виникнення спайкової хвороби в клінічних умовах (Lis et al. 2004).

Згідно з ще однією експериментальною моделлю, тварині інтрагастрально вводять 40%-розчин чотирихлористого вуглецю протягом

28–30 діб, при цьому на 14-ту добу замість указаної речовини вводять 2–2,5 мл крові щура. У результаті на 3-тю та 7-му добу дослідники виявили нашарування фібрину на поверхні парієтальної та вісцеральної очеревини. На 21-шу добу спостерігали збільшення загальної кількості та довжини спайок у черевній порожнині (Kondratovych 2014).

Використання тальку вважається одним з основних способів моделювання внутрішньочеревних зрощень в експериментах (Skalsky et al. 2017). У своєму дослідженні А.Г. Волянська внутрішньочеревинно в ділянку малого тазу вводила 20%-водну суспензію тальку. Через 7 діб простежується утворення спайок (Volyanska, Syvokonyuk 2012).

Таким чином, застосування суспензії тальку в процесі утворення перитонеальних спайок у тварин в експерименті є найдоступнішим з точки зору вартості, найзручнішим у виконанні, оптимальним і малоінвазивним способом моделювання спайкової хвороби.

**Морфологічні особливості очеревини за спайкової хвороби.** Спайкова хвороба – це стан патології, морфологічним субстратом якого є наявність внутрішньочеревних спайок, які так чи інакше порушують анатомічні міжорганні зв'язки і спричиняють клінічні прояви спайкової хвороби у вигляді хронічного абдомінального болю, порушення транзиту кишківника і дисфункції внутрішньочеревних органів (Kornatsk 2015).

Утворення спайок є універсальною захисно-приспосувальною реакцією організму на перитонеальну інфекцію (травму). Однак за певних умов, як-от локалізація, поширеність і вираженість спайкового процесу, формується спайкова хвороба, яка прогресує за власними законами і клінічно проявляється переважно симптомами гострої кишкової непрохідності. Самої лише появи симптомів рецидивуючої непрохідності тонкої та товстої кишки майже завжди досить для встановлення діагнозу спайкової хвороби (Belyavska 2003).

Узагальнюючи дані наукової літератури, можна виділити два основних типи спайок: щільні сполучнотканинні, фіброзні або фіброзно-гіалінові, масивні з рясним проростанням судинних структур, нервів і мембранні, м'які, легко відокремлювані, практично позбавлені нервів і не судинні (Sydoruk 2006).

Ступінь спайкового процесу може бути різним – від пошкодження майже всієї очеревинної порожнини до утворення окремих тяжів, фіксованих у двох–трьох місцях. Зазвичай спайковий процес найчастіше виникає в місці оперативного втручання. Нерідко петлі тонкої кишки, товстої

кишки та сальника припадають до післяопераційного рубця або фіксуються до стінки післяопераційного грижового мішка) (Saed 2004).

Гістологічне дослідження показало, що, як правило, у спайках спостерігаються ознаки модифікації тканин та активна проліферація фібробластів (Tan 2003). Загальна гістологічна картина варіювала від незрілої грануляційної тканини до ознак дегенеративних змін у сформованій спайковій тканині. У деяких випадках розвиток спайкового процесу набував ознак формування фіброзно-жирового комплексу. Так, сполучна тканина в таких спайках була представлена не тільки волокнистими і колагеновими компонентами, але й жировою сполучною тканиною (Van der Wal, Jeekel 2007).

У зрілих спайках закономірно виявляли велику кількість сполучнотканинних компонентів і формували величезні колагенові тяжі. У деяких випадках також спостерігалися гіалінові відкладення. Розвиток цього фіброгіалінового процесу адгезії супроводжувався утворенням кровоносних судин різного калібру (Volyanska et al. 2012). Процес фіброцелюлярної адгезії під час фази дозрівання грануляційної тканини характеризувався розвитком множинних клітинних елементів і появою численних кровоносних судин різного калібру. Виявляли багато фібробластів, рясні розгалуження колагенових волокон (Brochhausen et al. 2012).

Міофібробласти є важливими клітинами у формуванні спайок, які збільшують об'єм фібрилярного колагену та інших білків матриці  $\alpha$  SMA (smooth muscle actin – SMA). За даними Я. Кюкелмана (Kuckelman 2018), в очеревині вони утворюються шляхом трансдиференціювання мезотелію. Коли вони втрачають специфічні епітеліальні фенотипові маркери і набувають мезенхімального або міофібробластичного фенотипу, цей процес називається перетворенням мезотелію в мезенхіму (Kuckelman et al. 2018). Проте на тепер ще достатньо не вивчено, які саме морфологічні зміни відбуваються з клітинами мезотелію.

Н. І. Середя (Sereda 2014) підкреслює, що за спайкової хвороби прискорюється перистальтика кишківника і рухливість черевної стінки, що у свою чергу призводить до надмірного розтягнення спайок і тракційних пошкоджень. У результаті в спайках відбувається вироблення та ущільнення колагену, перекалібрування кровоносних судин. Ці явища призводять до запалення, що супроводжується набряком і потовщенням спайок, які стають жорсткими і нееластичними, що є основою для формування механічної непро-

хідності кишківника. Відбувається утворення щільних сполучнотканинних спайок, які можуть мати форму тяжів, що призводить до странгуляції активного відділу кишки й гострої спайкової кишкової непрохідності.

В. Якоб (Jacob 2007) та С. Грюбер-Блум (Gruber-Blum 2015) оцінювали ступінь запалення за спайкової хвороби (лімфоцитарну інфільтрацію, поліморфноядерну лейкоцитарну інфільтрацію) та фіброз напівкількісно як негативний (–) або позитивний (+), (++) , (++), (+++).

Поряд з очеревиною спостерігаються також схожі зміни і в інших структурах організму, за походженням подібні до очеревини та її компонентів (Lis 2004; Volyans'ka 2013; Isaza-Restrepo 2018).

У розвідці А. Г. Волянської (Volyanska, Sivokonyuk 2012) під час макроскопічного дослідження черевної порожнини щурів, які зазнали впливу тальку, були виявлені спайкові процеси у вигляді тонких спайок між маткою і прямою кишкою, між рогами матки і тонкою кишкою. У тканинах ендометрію було виявлено кровонаповнені судини на фоні щільної дифузії лімфоцитів та їх накопичення (Sarafinjuk et al. 2020).

Під час дослідження спайкової хвороби забарвленням за Ван Гізеном встановлено, що більшість кровоносних судин оточені колагеновими волокнами світлого кольору (Krishnan et al. 2020). Колагенізація ендометрію, біометрію та зовнішньої оболонки судин і оболонок матки, локальна лімфогістіоцитарна інфільтрація фіброзно-м'язового шару очеревини говорять про тривалі запалення (Kornatsk et al. 2014).

У процесах спайкоутворення клітини епітеліального шару мають тенденцію до відшарування від підлеглої тканини. У власному шарі слизової оболонки виявлялися ділянки фібриноїдного набряку з утворенням дрібних лімфогістіоцитарних інфільтратів (Van der Wal, Jeekel 2007).

У нирках добре помітні судинні крововиливи, переважно в кірковому шарі та в окремих клубочках (Orekhov 2014). Просвіт ниркової капсули розширений, клубочки різного розміру, в окремих клубочках просвіт капілярів вузький. У деяких клубочках у просвіті капсули виявляється гомогенна речовина рожевого кольору. Канальці локально розширені, місцями з різко звуженим просвітом, в інших місцях просвіт нечіткий. Епітеліальні клітини збільшені, із зернистою цитоплазмою. У цитоплазмі деяких ниркових каналців спостерігається вакуольна дистрофія (Wallwiener et al. 2014).



Уже декілька років надходять факти виявлення стовбурових клітин у жировій тканині чепця і FALC (Sacchi et al. 2007). Більшість методик дослідження стовбурових клітин є високовартісними, як-от імуногістохімія. Разом із тим ведеться пошук інших методів, які є більш доступними, наприклад, лектинова гістохімія (Kushch 2014).

Вуглеводний антигенний профіль клітин здатний пояснити механізми міжклітинної кооперації під час розвитку, морфогенезу, ремоделювання тканин очеревини в нормі та за спайкової хвороби, що і забезпечує метод лектинової гістохімії (Lutsyk 1989; Antonyuk 2020).

### Висновки

У будові окремих структур очеревини існують морфологічні й гістологічні відмінності, що і є підставою застосування різної методології вивчення окремих структур очеревини, а саме парієтальної та вісцеральної її частин, чепця і брижі.

З огляду на багатокомпонентність очеревини її лімфоїдна тканина має свої анатомічні й фізіо-

логічні особливості в парієтальній і вісцеральній частинах очеревини, чепці та брижі. У парієтальній очеревині лімфоїдний компонент представлений FALC (лімфоїдними кластерами, асоційованими із жировою тканиною). У чепці – молочні плями. Натепер відсутні дані щодо лімфоїдного компонента тканин брижі, що постає предметом подальших досліджень.

Моделювання спайкової хвороби дозволить деталізувати особливості будови лімфоїдного компонента очеревини і ремоделювання тканин органа на тлі його реактивності після дії чинника хімічного походження.

Перспективним для подальших досліджень є розширити уявлення про морфологічний стан очеревини, її лімфоїдного компонента (молочні плями серозної оболонки очеревини, FALC і лімфоїдного компонента брижі), а також особливості будови сполучної тканини в щурів у нормі та в експерименті із застосуванням методу лектинової гістохімії.

AMARAL, R.J., ARCANJO, K.D., EL-CHEIKH, M.C., DE OLIVEIRA, F.L. (2017) The Peritoneum: Health, Disease, and Perspectives regarding Tissue Engineering and Cell Therapies. *Cells Tissues Organs*, 204(6), 211–217.

ARUNG, W., MEURISSE, M., DETRY, O. (2011) Pathophysiology and prevention of postoperative peritoneal adhesions. *World Journal of Gastroenterology*, 17(41), 4545–4553. doi: 10.3748/wjg.v17.i41.4545.

BAGHDADI, Y.M.K., MORRIS, D.S., CHOUDHRY, A.J., THIELS, C.A., KHASAWNEH, M.A., POLITES, S.F. (2016) Validation of the anatomic severity score developed by the American Association for the Surgery of Trauma in small bowel obstruction. *Journal surgery research*, 204(2), 428–434.

BALLUS, J.C., LOPEZ-DELGADO, J. (2017) Factors Associated with the Development of Tertiary Peritonitis in Critically Ill Patients. *Surgical Infections*, 18, 588–595.

BELAVSKA, B.M. (2003) Hostra spaykova kyshkova neprokhidnist pislia apendektomii. *Naukovyi Visnyk Uzhhorodskoho universytetu (Serii "Medytsyna")*, 20, 95–97 (in Ukrainian).

BODNAR, O.B., KHASHCHUK, V.S., BODNAR, B.M., VATAMANESKU, L.I., KHOMA, M.V. (2019) Dosvid vykorystannia antyadhezyvnykh zasobiv ta metodiv pry spaykovii khvorobi yak uskladnennia pry tiazhkii politravmi u ditei. *Klinichna anatomii ta operatyvna khirurgiia*, 18(1), 84–87 (in Ukrainian).

BRICOU, A., BORGHESE, B., BATT, R.E., PIKETTY, M., DE ZIEGLER, D., CHAPRON, C. (2009) How does peritoneal fluid flow influence anatomical distribution of endometriotic lesions. *Gynécologie Obstétrique Fertilité & Sénologie*, 37, 325–333. DOI: 10.1016/j.gyobfe.2008.12.009.

BROCHHAUSEN, C., SCHMITT, V.H., HOLLEMANN, D. (2012) Current strategies and future perspectives for intraperitoneal adhesion prevention. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 16(6), 1256–1274.

CELAL, S. E., KEMAL, P., SERPIL, D. (2013) A Comparison of the Efficacy of Dimethyl Sulfoxide (DMSO) and Synovial Fluid in the Prevention of Peritoneal Adhesions: Experimental Rabbit Model. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 19 (Suppl-A), A27-A32 DOI: 10.9775/kvfd.2012.7511

CLEYPOL, C.G.J., SCHURINK, B., HORST, D.E., BLEYS, R. (2020) Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. *Journal of Anatomy*, 236(1), 156–164.

COFFEY, J.C., CULLIGAN, K., WALSH, L.G., SEHGAL, R., DUNNE, C., MCGRATH, D. (2016) An appraisal of the computed axial tomographic appearance of the human mesentery based on mesenteric contiguity from the duodenojejunal flexure to the mesorectal level. *European Radiology*, 26, 714–721.

DELIBEGOVIC, S., KOLUH, A., CICKUSIC, E., KATICA, M., MUSTEDANAGIC, J., KRUPIC, F. (2016) Formation of adhesion after intraperitoneal

- application of TiMesh: experimental study on a rodent model. *Acta Chirurgica Belgica*, 116(5), 293–300.
- DYKYY, O.H. (2004) Likuvannia ta poperedzhennia hostroii spaikovoii neprokhidnosti tonkoii kyshky. *Shpytal'na khirurhiya*, 4, 108–110.
- ESKILDTSEN, M.R., KALLIOKOSKI, O., BOENNELYCKE, M., LUNDQUIST, R., SETTNER, A., LOKKEGAARD, E. (2022) Autologous Blood-Derived Patches Used as Anti-adhesives in a Rat Uterine Horn Damage Model. *Journal of Surgical Research*, 275, 225–234. doi: 10.1016/j.jss.2022.02.008.
- EUNHYE, Y., KIM, J.H., KIM, M.J., YU, J.S., CHUNG, J.J., YOO, H.S., KIM, K.W. (2007) Greater and Lesser Omenta: Normal Anatomy and Pathologic Processes. *RadioGraphics*, 27, 707–720.
- FELIX, M.D. (1961) Observation on the surface cells of the mouse omentum as studied with the Phasecontrast and Electron Microscopes. *Journal of the National Cancer Institute*, 27, 713–745.
- HAMANN, D., BAARS, P.A., REP, M.H., HOOIBRINK, B., KERKHOF-GARDE, S.R., KLEIN, M.R., VAN LIER, R.A. (1997) Phenotypic and functional separation of memory and effector human CD8 T cells. *Journal of Experimental Medicine*, 186, 1407–1410.
- HELLEBREKERS, B.W., EMEIS, J.J., KOOISTRA, T. (2005) A role for the fibrinolytic system in postsurgical adhesion formation. *Fertility and Sterility*, 83(1), 122–129.
- HILL-WEST, J.L., DUNN, R.C., HUBBEL, J.A. (1995) Local release of fibrinolytic agents for adhesion prevention, *The Journal of Surgical Research*, 59, 759–763.
- HOLYACHENKO, V.O., DUNAYEVSKA, O.F. (2021) Imunna systema ta SNID. *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Ukrainian Scientific-Practical Student Conference “Aktualni pytannya medyko-biologichnykh i farmatsevtichnykh nauk”*. Zhytomyr, Ukraine, 2021, pp. 15–17 (in Ukrainian).
- HRYN, V.H. (2020) Zahalna anatomichna kharakterystyka tonkoii kyshky bilykh shchuriv [General anatomical characteristics of the small intestine of white rats]. *Visnyk Ukrayinskoii medychnoi stomatologichnoi akademii*, 18(4), 88–93 (in Ukrainian).
- ISAZA-RESTREPO, A., MARTIN-SAAVEDRA, J.S., VELEZ-LEAL, J.L., VARGAS-BARATO, F., RIVEROS-DUEÑAS, R. (2018) The Peritoneum: Beyond the Tissue A Review. *Front Physiology*, 15(9), 738–743.
- JACOB, B.P., HOGLE, N.J., DURAK, E., KIM, T., FOWLER, D.L. (2007) Tissue ingrowth and bowel adhesion formation in an animal comparative study: Polypropylene versus Proceed versus Parietex Composite. *Surgical Endoscopy*, 21(4), 629–33.
- JAYANTH, S.T., PULIMOOD, A., ABRAHAM, D., RAJARAM, A., PAUL, M.J., NAIR, A. (2015) A randomized controlled experimental study comparing chitosan coated polypropylene mesh and Proceed™ mesh for abdominal wall defect closure. *Annals of Medicine and Surgery*, 4(4), 388–94.
- KIM, J.H., HAN, E.H., JIN, Z.W., LEE, H.K., FUJIMIYA, M., MURAKAMI, G., CHO, B.H. (2012) Fetal topographical anatomy of the upper abdominal lymphatics: its specific features in comparison with other abdominopelvic regions. *The Anatomical Record*, 295, 91–104.
- KONDRATOVYCH, L.M. (2014) Osnovy rozuminnia formuvannia spaikovoho protsesu u cherevni porozhnyni. Intraoperatsiina profilaktyka protyspaikovykh bariernykh preparativ (ohliad literatury). *Visnyk novykh medychnykh tekhnolohiy*, 21, 169–172 (in Ukrainian).
- KORNATSKA, A.H., CHUBEY, H.V., BRAZHUK, M.V., KONDRATYUK, V.K. (2015) Novi tekhnolohii v profilaktytsi spaikovoii khvoroby u hinekologichnykh khvorykh. *Khirurgiia Ukrainy*, 2, 7–78 (in Ukrainian).
- KORNATSKA, A.H., CHUBEY, M.V., BRAZHUK, V.K., KONDRATYUK, S.V. (2014) Suchasni mozhlyvosti profilaktyky intraoperatsiinykh uskladnen pry orhanozberihalnykh vtruchanniakh na orhanakh maloho taza. *Klinichna khirurgiia*, 6, 62–65 (in Ukrainian).
- KRISHNAN, V., TALLAPRAGADA, S., SCHAAR, B., KAMAT, K., CHANANA, A.M., ZHANG, Y. (2020) Omental macrophages secrete chemokine ligands that promote ovarian cancer colonization of the omentum via CCR. *Communications Biology*, 223(1), 524–529.
- KSONZ, I.V., KOSTYLENKO, Yu. P., LYAKHOVSKYY, V.I., KONOPLITSKYY, V.S., MAKSYMOSKYY V.Ye. (2023) Molochni pliamy velykoho cheptsia. *Aktualni problemy suchasnoii medytsyny*, 23(2), 135–140 (in Ukrainian).
- KUCKELMAN, J.P., KONONCHIK, J., SMITH, J., KNIERY, K.R., KAY, J.T., HOFFER, Z.S., Steele, S.R., Sohn, V. (2018) Human-Derived Amniotic Membrane Is Associated With Decreased Postoperative Intraperitoneal Adhesions in a Rat Model. *Dis Colon Rectum*, 61(4), 484–90.
- KUSHCH, O.G. (2014) Lektyny v imunomorfologii. *Svit medytsyny ta biologiyi*, 4(47), 150–157 (in Ukrainian).
- LESLIE, P., JAMES, L. (2007) *Color Textbook of Histology*. Elsevier Inc., pp. 11–68.

- LICHTENSTEIN, G.R., LOFTUS, E.V., ISAACS K.I. (2018) Clinical guideline: Management of Crohn's disease in adults. *American Journal of Gastroenterology* 113, 4841–517.
- LIN, L., ZHANG, J. (2017) Role of intestinal microbiota and metabolites on gut homeostasis and human diseases. *BMC Immunology*, 18(1), 2–6.
- LIS, E., ABAKUMOV, V.Z., GAVRILIK, A.B., KUZNETSOV, A.G. (2004) *A method of modeling adhesion disease of the abdominal cavity*. 2004, patent RB 6561.
- LUTSYK, O.D., CHAYKOVSKYY, Yu.B. (2018) *Histologhiia, tsytologhiia, embriologhiia* [Histology, cytology, embryology]. Nova Knyha, Vinnytsya, pp. 30–88 (in Ukrainian).
- LUTSYK, O.D., IVANOVA, A.Y., KABAK, K.S., CHAYKOVSKYY, Yu.B. (2013) *Histologhiia liudyny*. Knyhapyus, Kyiv, pp. 16–56. (in Ukrainian).
- LUTSYK, A.D., DETYUK, E.S., LUTSYK, M.D. (1989) *Lektyny v histokhimii*. Vyscha shkola. Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu, Lviv (in Ukrainian).
- MAGALASHVILI, R.D. (1985) N-acetyltransferase and the process of formation of adhesions of the abdominal cavity in the experiment. *Hirurgija*, 4, 64.
- MAKSYMENKO, O.S., HRYN, V.H. (2023) Velyky chepets bilykh shchuriv: strukturno-funktsionalni kharakterystyky ta yii rol u perytoniti. *Ukrayynskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*, 8, 22–29 (in Ukrainian).
- MARUSHKO, Yu.V., HYSHCHAK, T.V., CHABANOVYCH, O.V. (2021) Osnovni mekhanizmy vplyvu mikroflory kyshechnyka na imunnu systemu ta yikhnie znachennia v klinichnii praktytsi [The main mechanisms of the influence of intestinal microflora on the immune system and their importance in clinical practice]. *Simeina medytsyna*, 4(96), 19–27 (in Ukrainian).
- MELNYCHENKO, M.H., KVASHNINA, A.A. (2019) Reheneratsiia ocherevyny ta patohenez formuvannia pisliaooperatsiinykh perytonealnykh spaiok. *Khirurgiia Ukrainy*, 3, 88–93. (in Ukrainian).
- METWALLY, M., LI, T.-Ch. (2015) *Reproductive Surgery in Assisted Conception*. Springer, London.
- MICHAEL, H.R., WOJCIECH, P. (2011) *A Text and Atlas*. Lippincott Williams and Wolkins, a Wolters Kluwer business.
- MIROSHNYCHENKO, Ye.Yu. (2000) Profilaktyka spaikovoho protsesu orhaniv cherevnoii porozhnyny. *Shpytalna khirurgiia*, 1, 130–133 (in Ukrainian).
- MURANDO, F., PELOSO, A., COBIANCHI, L. (2019) Experimental Abdominal Sepsis: Sticking to an Awkward but Still Useful Translational Model. *Mediators of Inflammation*, 3, 8–10.
- MUTSAERS, S.E., BIRNIE, K., LANSLEY, S., HERRICK, S.E., LIM, C.B., PRÊLE, C.M. (2015) Mesothelial cells in tissue repair and fibrosis. *Frontiers in Pharmacology*, 6, 113–116.
- ORYEKHOV, A.A. (2014) Morfohenez ushkodzhennia seroznykh obolonok porozhnynykh orhaniv ta parietalnoii ocherevyny pry spaykovii khvorobi [Morphogenesis of damage to serous membranes of hollow organs and parietal peritoneum in adhesion disease]. *Klinichna khirurgiia*, 5, 22–24 (in Ukrainian).
- POUTSIAKA, D.D., PORTO, M., PERRY, W. (2017) Comparison of the Sepsis–2 and Sepsis–3 Definitions of Sepsis and Their Ability to Predict Mortality in a Prospective Intensive Care Unit Cohort. Open Forum. *Infectious Diseases*, 4, 602–610.
- PYKALYUK, V.S., OSMANOV, A.YU. (2011) *Filo-, ontogenez orhaniv i system liudyny*. Dolia, Simferopol. (in Ukrainian).
- RYTSYK, O., SOROKA, Y., NEBESNA, Z., KRAMAR, S., LISNYCHUK, N. (2020) Experimental Evaluation of the Effectiveness of Resveratrol as an Antioxidant in Colon Cancer Prevention. *Natural Product Communications*, 15, 1–9.
- SACCHI, G., DI PAOLO, N., VENEZIA, F. (2007) Possible role of milky spots in mesothelial transplantation. *The International Journal of Artificial Organs*, 30(6), 520–526.
- SAED, G.M. (2004) Differential expression of alpha smooth muscle cell actin in human fibroblasts isolated from intraperitoneal adhesions and normal peritoneal tissues. *Fertility and Sterility*, 82, 1188–1192.
- SARAFINJUK, L.A., KHAPITSKA, O.P., SMOLKO, N.M., SMOLKO, D.G., FEDONIUK, L.Y., SARAFINJUK, P.V., MATCEYKO, I.I. (2020) Ontogenetic features of sonographic indicators of the uterus in acrobats of the ukrainian ethnic group. *Wiad Lek*, 73(6), 1194–1198.
- SCHREINEMACHER, M.H., BROEK, R.P., BAKKUM, E.A., VAN GOOR, H., BOUVY, N.D. (2010) Adhesion awareness: a national survey of surgeons. *World Journal of Surgery*, 34(12), 2805–12.
- SCHREINEMACHER, M.H., EMANS, P.J., GIJBELS, M.J., GREVE, J.W., BEETS, G.L., BOUVY, N.D. (2009) Degradation of mesh coatings and intraperitoneal adhesion formation in an experimental model. *British Journal of Surgery*, 96(3), 305–13.
- SCHURINK, B., CLEYPOL, C.G.J., BLEYS, R. (2019) A rapid and simple method for visualizing milky



spots in large fixed tissue samples of the human greater omentum. *Biotechnic & Histochemistry*, 94(6), 429–34.

SEREDA, N.I. (2014) Optyimizatsiia taktyky i likuvannia patsientiv na spaikovu khvorobu ocherevyny: Robota na zdobuttia kvalifikatsiinoho stupenia mahistra; spets. *Khirurgiia*. SumDU, Sumy (in Ukrainian).

SHATORNA, V.F., HARETS, V.I., NEFODOVA, O.O., KRYVOSHEY, V.V. (2016) Mekhanizmy vplyvu vazhkykh metaliv na morfofunktsionalnyi stan travnoii systemy. *Visnyk problem biologii i medytsyny*, 1, 57–61 (in Ukrainian).

SKALSKYY, S.V., SHAMRAY, H.A., DOLHYKH, T.I. (2007) Eksperymentalna model perytonealnoho spaikoutvorennia [Experimental model of peritoneal adhesion formation]. *Biuletyn eksperymentalnoi biologii ta medytsyny*, 10, 473–475 (in Ukrainian).

SOLASS, W., STRULLER, F., HORVATH, P., KÖNIGSRÄINER, A., SIPOS, B., WEINREICH, F.J. (2016) Morphology of the peritoneal cavity and pathophysiological consequences. *Pleura and Peritoneum*, 1(4), 19–201.

STEPANCHUK, A.P., FEDORCHENKO, I.L., TARASENKO, YA.A. (2021) Histostruktura cheptsia liudyny v normi ta perytoniti. *Ukrayinskyi zhurnal medytsyny, biologii ta sportu*, 6, 5–33 (in Ukrainian).

STRULLER, F., WEINREICH, F.J., HORVATH, P., KOKKALIS, M.K., BECKERT, S., KONIGSRÄINER, A., REYMOND, M.A. (2017) Peritoneal innervation: embryology and functional anatomy. *Pleura and Peritoneum*, 2(4), 153–161.

SYDORCHUK, R.I. (2006) Abdominalnyi sepsys; BDMU:Chernivtsi, 482 s (in Ukrainian).

TAKEMORI, N. (1980) Histogenesis of the omental milk spot of the mouse. *Hokkaido Igaku Zasshi*, 55(3), 223–34.

TAN, H.L., SHANKAR, K.R., ADEAJAYI, N. (2003) Reduction in visceral slide is a good sign of underlying postoperative visceroparietal adhesions in children. *Journal of Pediatric Surgery*, 38, 714–716.

UNHURYAN, A.M., BONDAR, B.N. (2011) Suchasni pohliady na etiologichni ta patohenetychni chynnyky rozvytku zlukovooi kyshkovooi neprokhidnosti u ditei. *Khirurgiia dytyachoho viku*, 32(3), 34–35 (in Ukrainian).

VAN BAAL, J.O., VAN DE VIJVER, K.K., NIEUWLAND, R., VAN NOORDEN, C.J.F., VAN DRIEL, W.J., STURK, A. (2017) Review: the histophysiology and pathophysiology of the peritoneum. *Tissue Cell*, 49, 95–105.

VAN DER WAL, J.B., JEEKEL, J. (2007) The use of statins in postoperative adhesion prevention. *Annals of Surgery*, 2, 185–186.

VDOVYCHENKO, Yu.P., VOLOSHYN, O.A. (2015) Diahnostyka i profilaktyka uskladnen pry laparoskopichnykh hinekolohichnykh operatsiakh. *Zdorovia zhinky*, 4, 72–74 (in Ukrainian).

VINNIK, Yu.S., YAKIMOV, S.V., KARAPETYAN, G.E., BOLSHAKOV, I.N., BEKHTEV, A.G., TEPLOV, P.V. (2003) *A method of modeling adhesion disease*. Patent.

VOLOSHYN, M.A., CHAYKOVSKYY, Yu.B., KUSHCH, O.H. (2010) *Osnovy imunolohiyi ta imunomorfologiyi*. Navchalno-metodychnyi posibnyk. Zaporizhzhia-Kyiv (in Ukrainian).

VOLYANSKA, A.H. (2013) Vplyv arhininu na protses formuvannia posttravmatychnykh spaiok cherevnoii porozhnyny u samok shchuriv. *Visnyk morskoi medytsyny*, 2, 39–46 (in Ukrainian).

VOLYANSKA, A.H., SYVOKONYUK, O.V. (2012) Porivnialnyi analiz vplyvu sulfatu bariiu i talku na intensyvniat spaikovooho protsesu u samok bilykh shchuriv. *Intehratyvna antropolohiya*, 1(19), 58–61 (in Ukrainian).

VOLYANSKA, A.H., SYVOKONYUK, O.V., NARBUTOVA, T.Ye. (2012) Patomorfologichni astekty vplyvu talku na rozvytok spaykovooi khvoroby. *Morfologhiia na suchasnomu etapi rozvytku nauky*. TDMU, Ternopil, pp. 166–168 (in Ukrainian).

VOLYANSKA, A.H., SYVOKONYUK, O.V. (2012) Vplyv nitrytu natriiu na posttravmatychnu reheneratsiiu matky u samok shchuriv. *Zahalna patolohiia i patolohichna fiziologhiia*, 7(4), 28–34 (in Ukrainian).

WALLWIENER, M., KONINCKX, P.R., HACKETHAL, A. (2014) A European survey on awareness of post-surgical adhesions among gynaecological surgeons. *Gynecological Surgery*, 11, 105–112.

YILDIRIM, A., AKTAS, A., NERGIZ, Y., AKKUS, M. (2010) Analysis of human omentum-associated lymphoid tissue components with S-100: an immunohistochemical study. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*, 51(4), 759–64.

YUSHKOV, B.H., SARAPULTSEV, A.P., SARAPULTSEV, H.P. (2020) Osnovni osoblyvosti eksperymentalnykh modelei abdominalnykh spaiok [Main features of experimental models of abdominal adhesions]. *Visnyk eksperymentalnoi i klinichnoi khirurgii*, 13, 157–162 (in Ukrainian).

## ВПЛИВ ДУБА ЧЕРВОНОГО (*QUERCUS RUBRA* L.) НА ЛІСОВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ ГОЛОВНИХ ЛІСОУТВОРЮЮЧИХ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ У ЛІСОСТАНАХ БАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ Р. УЖ

Василь РОМАН, Олександра СКАЛІНЧАН, Андрій МИГАЛЬ, Борис ШАРГА, Світлана ЧЕПУР

Стаття містить результати вивчення впливу дуба червоного (*Quercus rubra* L.) на лісовідновні процеси головних лісоутворюючих деревних видів у лісостанах басейну середньої течії р. Уж. Досліджено лісоствани з участю у складі деревостану дуба червоного не менше 3 одиниць. Аналіз результатів обліку особин підросту деревних рослин у досліджуваних лісах показує на досить інтенсивне природне поновлення дуба червоного, яке коливається в межах 46,0–449,0 тис. шт. га<sup>-1</sup>. У переважній більшості випадків підріст має висоту до 0,5 м. Частки підросту головних лісоутворюючих деревних видів є незначними і в середньому становлять для бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) – 2,1%; дуба скельного (*Quercus petraea* Liebl.) – 3,1%; клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.) – 4,2%; граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) – 1,6%; липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) – 1,4%. Встановлено, що інтенсивно процес природного поновлення відбувається на південних схилах, де чисельність підросту дуба червоного коливається в межах 46,0–449,0 тис. шт. га<sup>-1</sup>. Найменша інтенсивність природного поновлення виявлена на північних схилах. Аналіз розподілу підросту за висотними групами показує, що на всіх досліджуваних ділянках переважає підріст висотою до 0,5 м і частка якого в середньому становить 85,9% і змінюється в межах 43,0–100%, частка підросту висотою 0,51–1,5 м становить у середньому 10,4% та підріст вище 1,5 м – 3,7%. Основним негативним чинником, що впливає на формування підросту головних лісоутворюючих порід (дуба скельного та бука лісового) є підріст дуба червоного, що зумовлено особливістю деяких елементів репродуктивної біології цього виду (вік репродуктивної здатності, періодичність та рясність плодоношення) та його високою конкурентоздатністю. Значна кількість особин підросту дуба червоного під наметом деревостану є однією з важливих причин пригніченості процесів природного поновлення головних лісоутворюючих порід, та зменшення представленості цих та інших аборигенних видів у складі підросту.

**Ключові слова:** природне поновлення, *Quercus rubra* L., Ужгородське лісництво, рослинні інвазії, підріст.

Кафедра лісівництва, Ужгородський національний університет, вул. Університетська, 14, Ужгород, 88000; e-mail: vasyli.roman@uzhnu.edu.ua; oleksandra.skalinchan@uzhnu.edu.ua; andriy.myhal@uzhnu.edu.ua; boris.sharga@uzhnu.edu.ua; svitlana.chepur@uzhnu.edu.ua.

**Northern red oak (*Quercus rubra* L.) affects on reforestation processes of the main forest-forming tree species in the forest stands of the middle reaches of the Uzh River basin. Roman V.I., Skalinchan O.O., Mihaly A.V., Sharga B.M., Chepur S.S.**

The article contains the results of studying the influence of northern red oak (*Quercus rubra* L.) on the reforestation processes of the main forest-forming tree species in the forest stands of the middle reaches of the Uzh River. The forest stands with at least 3 units of northern red oak in the stand composition were studied. The analysis of the results of accounting of woody plants' undergrowth in the studied forests shows a rather intensive natural renewal of red oak, which ranges from 46.0–449.0 thousand pieces per ha. In the vast majority of cases, the undergrowth is up to 0.5 m high. The proportions of undergrowth of the main forest-forming tree species are insignificant and average 2.1% for common beech, 3.1% for sessile oak, 4.2% for sycamore, 1.6% for hornbeam, and 1.4% for small-leaved lime. It has been established that the process of natural regeneration is most intensive on the southern slopes, where the number of red oak undergrowth ranges from 46.0–449.0 thousand pieces per ha. The lowest intensity of natural regeneration was found on the northern slopes. The analysis of the distribution of undergrowth by height groups shows that in all the studied areas, the undergrowth up to 0.5 m high prevails and its share averages 85.9% and varies from 43.0–100%, the share of undergrowth 0.51–1.5 m high averages 10.4% and the undergrowth above 1.5 m – 3.7%. The main negative factor affecting the formation of the undergrowth of the main forest-forming species (sessile oak and common beech) is the undergrowth of northern red oak, which is due to the peculiarity of some elements of the reproductive biology of this species (reproduction in young age, frequency and abundance of fruiting) and its high competitiveness. A significant number of individuals of red oak undergrowth under the stand

canopy is one of the important reasons for the suppression of natural regeneration of the main forest-forming species, and the reduced representation of these and other native species in the undergrowth.

**Key words:** natural reforestation, *Quercus rubra* L., invasion, main forest-forming tree species, Uzhhorod forestry. Department of Forestry, Uzhhorod National University, 14, Universytetska str., Uzhhorod, 88000; e-mail: vasyi.roman@uzhnu.edu.ua; oleksandra.skalinchan@uzhnu.edu.ua; andriy.myhal@uzhnu.edu.ua; boris.sharga@uzhnu.edu.ua; svitlana.chepur@uzhnu.edu.ua.

## Вступ

Потреба у збільшенні деревної продуктивності лісу спонукає до використання швидкорослих та витривалих деревних видів рослин, зокрема інтродукованих. Деякі види у нових природних умовах стають інвазійними у різних регіонах світу.

Вивчення впливу дуба червоного (*Quercus rubra* L.) є актуальним в розрізі його здатності змінювати склад, структуру, функціонування лісових екосистем. Вид визнано інвазійним на території Нідерландів (Prušek et al. 2003), Литви (Riepišas, Straigyte 2008), Словенії (Zelnik 2012), Польщі (Tokarska-Guzik et al. 2012), Чехії, Білорусі (Kucher et al. 2023). На даний момент він не є офіційно визнаним інвазійним у нашій країні, хоча важливість проблеми визнання виду таким відмічається рядом дослідників, які відносять його до серйозних загроз біологічному різноманіттю, (Zavialova 2017; Protopopova, Shevera 2019; Chmura 2020; Hayda et al. 2022; Kucher et al. 2023), у зв'язку з чим пропонується, зокрема, запровадити постійний моніторинг наявних насаджень *Q. rubra* з метою запобігання його проникненню в уразливі до фітоінвазій природні лісові фітоценози (Kucher et al. 2023). Звертається увага на небезпеку заміщення дуба звичайного дубом червоним у дібровах (Debruniuk, Prydka 2013), що важливо з огляду на те, що найбільшу площу лісові насадження дуба червоного займають у судібровних типах лісу. Особливо актуальною ця проблема є для лісів Закарпаття.

Метою наших досліджень було встановити вплив дуба червоного на лісовідновні процеси головних лісоутворюючих видів деревних рослин у лісостанах середньої течії р. Уж. Основними завданнями були: здійснення обліку самосіву та підросту деревних видів рослин в лісостанах за участю дуба червоного; встановлення основних чинників, що впливають на утворення і формування самосіву дуба червоного; з'ясування особливостей впливу дуба червоного на утворення і формування самосіву та підросту аборигенних деревних видів рослин у досліджуваних лісостанах.

## Матеріал і методика

Для аналізу лісостанів дуба червоного, що зростають на території басейну середньої течії річки

Уж використовували відомості таксаційних описів Ужгородського лісництва філії «Ужгородське ЛГ» ДП «Ліси України». На основі цих даних здійснено вибірку лісових насаджень для проведення натурних обстежень. Для вивчення впливу дуба червоного на природне поновлення головних лісоутворюючих деревних видів у лісостанах Ужгородського лісництва та Ботанічного саду ДВНЗ «Ужгородський національний університет» відібрано лісові ділянки з наявністю дуба червоного у складі деревостану не менше трьох одиниць (Табл. 1). Лісівничо-таксаційні показники лісостанів, розміщених на території Ботанічного саду ДВНЗ «УжНУ», встановлювали за загальноприйнятими у лісовій таксації методами (Hrom 2005). Відносно повноту встановлювали шляхом закладання реласкопічних пробних площ (Myroniuk et al. 2019) з використанням стандартних таблиць (Lisotaksatsiinyi dovidnyk 2020) та таблиць ходу росту (Normatyvno-dovidkovi materialy ... 1987).

Дослідженням було охоплено (Табл. 1.) лісостани, приурочені до умов свіжих сугрудів на схилах північних, північно-східних, південних, південно-західних експозицій. У всіх випадках дуб червоний входить до першого ярусу деревостану.

Облік самосіву деревних видів рослин під наметом деревостану здійснювали шляхом закладання облікових ділянок розміром 2×2 м. Обліковані особини підросту групували за висотою по таким категоріям: до 0,5 м; 0,51–1,5 м та вище 1,5 м. Для встановлення зв'язків між кількісними показниками підросту дуба червоного та різних чинників застосовано кореляційний аналіз.

## Результати та обговорення

Досліджувані ліси віднесені до дубово-букових і гірських лісорослинних районів. Тривалість вегетаційного періоду становить від 200 до 234 днів, з середини квітня до кінця вересня, середньорічна температура повітря становить +9,8°C, а мінімальна -32,0°C. Пізні весняні заморозки можливі до кінця травня, а ранні – з початку вересня. Середньорічна кількість опадів коливається в межах від 530 до 782 мм. За вегетаційний період може випасти до 60% опадів. Середня глибина промерзання ґрунту – 90 мм. Переважають північно-східні, південно-східні і південні вітри.



Під лісами поширені гірсько-лісові, бурі кислі ґрунти, суглинисті за механічним складом (Proekt orhanizatsii ... 2011).

Площа лісостанів з переважанням у складі дуба червоного на території лісового фонду Ужгородського лісництва становить 98,8 га. Найбільше дуб червоний поширений у свіжих та вологих сугрудах, у таких типах лісу: свіжа грабова судіброва дуба скельного (C<sub>2</sub> гзДск) – 62,7 га та свіжа букова судіброва дуба скельного (C<sub>2</sub> гзДск) – 23,5 га. Досліджувані лісові насадження характеризуються досить високими показниками продуктивності, де частка деревостанів I<sup>d</sup>–I класів бонітету становить 98,1%, а за віднос-

ною повнотою переважають деревостани високої повноти 0,7–1,0 (96,1%).

Для встановлення закономірностей процесу природного поновлення досліджуваних лісів, облік підросту деревних видів рослин здійснювали під наметом різних за складом та середнім віком лісових насаджень при відносних повнотах 0,72-0,85 на різних експозиціях схилу в умовах свіжих сугрудів (C<sub>2</sub>). Результати обліку підросту деревних видів під наметом досліджуваних деревостанів наведено у таблиці 2.

Аналіз результатів обліку особин підросту деревних рослин у досліджуваних лісах (Табл. 1) вказує на інтенсивне при-

Таблиця 1. Таксаційна характеристика досліджуваних лісових насаджень  
Table 1. Taxational characteristics of the studied forest stands

№	Лісництво	Кв./вид.	S, га	Склад насадження	Відносна повнота	Вік, роки	ТЛУ	Експозиція
1	УжЛ	12/11	2,8	10Дчр+Клн+Гз	0,8	65	C2	Пн-Сх
2	УжЛ	13/3	1,7	9Дчр1Яв+Дск+Кшї+Лпд+Гз+Чш	0,8	48	C2	Пн
3	УжЛ	13/1	11,0	4Дск3Дчр1Чш1Яз1Гз	0,8	73	C2	Пн
4	УжЛ	33/8	4,5	4Бкл5Дчр1Гз+Кшї+Лпд+Чш	0,85	55	C2	Пд-Зх
5	УжЛ	33/12	6,5	9Дчр1Лп+Яв	0,75	45	C2	Пд
6	УжЛ	15/10	0,3	7Дчр2Лп1Гз	0,75	58	C2	Пн-Сх
7	УжЛ	14/5	3,5	8Дчр1Гз1Лпд+Дз+Кшї	0,85	46	C2	Пд
8	БСУ	1/5	4,3	4Дск3Дчр1Лп1Чш1Бп	0,82	49	C2	Сх
9	БСУ	1/15	2	4Дчр1Дск3Кшї1Яв1Плз	0,77	52	C2	Сх
10	БСУ	1/18	0,7	7Дчр3Дск+Сз(125)	0,72	66	C2	Пд
11	УжЛ	7/7	4,1	8Дчр1Яв1Акб+Кшї+Чш+Лпд	0,8	47	C2	Пд
12	УжЛ	7/17	1,2	8Дчр2Акб+Дс+Чш+Лпд+Кшї	0,8	42	C2	Пд

Примітка: УжЛ – Ужгородське лісництво; БСУ – Ботанічний сад ДВНЗ «УжНУ»; кв. – квартал; вид. – виділ; ТЛУ – тип лісорослинних умов, S – площа, га.; Дчр – дуб червоний (*Q. rubra*), Дск – дуб скельний (*Q. petraea* L.), Дз – дуб звичайний (*Q. robur* L.), Бкл – бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), Яв – клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), Клн – клен гостролистий (*A. platanoides* L.), Гз – граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Чш – черешня (*Prunus avium* L.), Кшї – каштан їстівний (*Castanea sativa* Mill.), Плз – платан західний (*Platanus occidentalis* L.), Сз – сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), Акб – робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), Бп – береза повисла (*Betula pendula* Roth.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Таблиця 2. Кількісні показники підросту *Q. rubra* та аборигенних деревних видів  
Table 2. Quantitative indicators of *Q. rubra* and native tree species undergrowth

№ з/п	Деревні види, кількість тис. шт. га-1 (%)					
	Дуб червоний	Бук лісовий	Дуб скельний	Клен-явір	Липа дрібнолиста	Граб звичайний
1	304 (92,1)	0	0	12 (3,6)	0	14 (4,2)
2	84 (65,6)	0	0	24 (18,8)	6 (4,7)	14 (10,9)
3	96 (85)	0	10 (8,8)	0	7 (6,2)	0
4	352 (92,1)	18 (4,7)	0	0	0	12 (3,1)
5	46,0 (51,1)	18 (20)	26 (28,9)	0	0	0
6	87,5 (98,2)	0,6 (0,7)	0	0	0	1 (1,1)
7	322,7 (100,0)	0	0	0	0	0
8	138,8 (100,0)	0	0	0	0	0
9	48,3 (54,2)	0	0	35,8 (40,2)	5 (5,6)	0
10	283 (100)	0	0	0	0	0
11	449 (100)	0	0	0	0	0
12	279 (100)	0	0	0	0	0

родне поновлення дуба червоного, яке коливається в межах 46,0–449,0 тис. шт.×га<sup>-1</sup>. У переважній більшості випадків – це підріст висотою до 0,5 м (Рис. 1), частки яких на всіх дослідних ділянках коливаються в межах 37,5–97,1%. Схожі результати були отримані при вивченні природного поновлення дуба червоного в лісах Угорщини (Keserű et al. 2017) та інших країнах Європи (Nicolescu et al. 2020). Частки підросту головних лісоутворюючих деревних видів є незначними і в середньому становлять для бука лісового – 2,1%; дуба скельного – 3,1%; клена-явора – 4,2%; граба звичайного – 1,6%; липи дрібнолистої – 1,4%. Лише на двох ділянках кількість підросту головних лісоутворюючих деревних видів сягала майже половини (на ділянці № 5 48,9%, при складі материнського деревостану – 7Дчр2Лп1Бкл та № 9 42,6%, зі складом деревостану – 4Дчр1Дск3Кші1Яв1Плз).



Рис. 1. Підріст *Q. rubra*: а – Ужгородське лісництво кв. 12 вид. 11; б – Ужгородське лісництво кв. 14 вид. 5; с – Ужгородське лісництво кв. 7 вид. 7; д) Територія Ботанічного саду УжНУ кв.1 вид 5

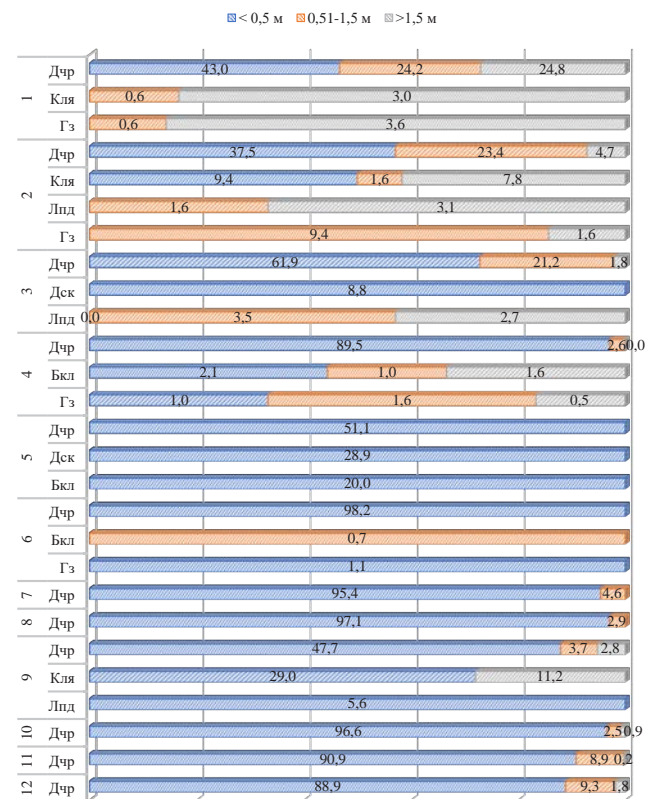
Fig. 1. Undergrowth of *Q. rubra*: a – Uzhhorod forestry kv. 12 vyd. 11; b – Uzhhorod forestry kv. 14 vyd. 5; c – Uzhhorod forestry kv. 7 vyd. 7; d) Territory of the Botanical Garden of UzhNU kv. 1 vyd 5

Нами встановлено, що найбільш інтенсивно процес природного поновлення дуба червоного відбувається на південних схилах, де

кількість його підросту коливається у межах 46,0–449,0 тис. шт. × га<sup>-1</sup>. На північних схилах відмічено найменшу кількість (84–96 тис. шт. × га<sup>-1</sup>), окрім досліджуваної ділянки № 1, де кількість особин підросту становила 330 тис. шт. × га<sup>-1</sup> (з яких: 304 тис. шт. × га<sup>-1</sup> – підріст дуба червоного).

Кореляційний аналіз щодо зв'язків кількісних показників підросту дуба червоного та ряду чинників показав середню тісноту зв'язку лише між показниками відносної повноти ( $r = 0,42$ ) та часткою участі дуба червоного у складі деревостану ( $r = 0,52$ ). Прямої лінійної залежності між середнім віком деревостану та кількістю утвореного підросту не виявлено.

Для розуміння процесів природного поновлення лісів важливим є вивчення вертикальної структури підросту деревних видів. Розподіл кількості особин підросту дуба червоного та аборигенних видів за групами висот наведено на рисунку 2.



Дчр – дуб червоний, Бкл – бук лісовий, Дск – дуб скельний, Кля – клен-явор, Лпд – липа дрібнолиста, Гз – граб звичайний.

Рис. 2. Розподіл кількості особин підросту *Q. rubra* та аборигенних деревних видів за групами висоти: вісь абсцис – кількість особин підросту (%); вісь ординат – номери досліджуваних ділянок

Fig. 2. Distribution of the number of individuals of *Q. rubra* and native tree species undergrowth by height groups: abscissa axis – number of individuals of the undergrowth (%); ordinate axis – numbers of the study plots (%)

Аналіз розподілу особин підросту за висотними групами (Рис. 2) показує, що на всіх досліджуваних ділянках переважає підріст висотою до 0,5 м, частка якого в середньому становить 85,9% і змінюється в межах 43,0–100%. Частка підросту висотою 0,51–1,5 м становить у середньому 10,4%, а підріст вище 1,5 м–3,7%. Варто зазначити, що під наметом досліджуваних насаджень відсутній підріст головних лісоутворюючих деревних видів, таких, як бук лісовий та дуб скельний, висотою більше 1,5 м, а натомість трапляється підріст таких видів як клен-явір та липа дрібнолиста.

На нашу думку, висока ярісність поновлення дуба червоного обумовлена особливостями репродуктивної біології цього виду. Літературні джерела свідчать, що репродуктивна здатність дуба червоного настає у віці 20–25 років (Stănescu, Șofletea 1997; Milev et al. 2004), а періодичність плодоношення відбувається кожні 2–3 роки (Negulescu, Săvulescu 1957; Haralamb 1967; Vor, Lüpke 2004). Бук лісовий починає плодоносити у віці 50–60 років, а ярісні насінні урожаї настають у віці 80–90 років (Molotkov et al. 1971), з періодичністю у 3–8 років (Hordiienko et al. 2005; Nussbaumer et al. 2016). Дуб скельний починає ярісно плодоносити у віці 30–40 років (Shaw 1974) з періодичністю 6–8 років (Los et al. 2017). Крім переваг у показниках репродуктивної біології, дуб червоний є більш тіневитривалим, ніж дуб скель-

ний, тому підріст дуба червоного може довгий час зростати під наметом деревостану і пригнічувати самосів дуба скельного (Crow 1988; Gottschalk 1994; Major et al. 2013).

Таким чином, дуб червоний має перевагу в здатності до самовідновлення, що призводить до витіснення підросту інших наявних деревних видів та збіднення видового різноманіття живого надґрунтового покриву.

### Висновки

Аналіз результатів досліджень показує, що у лісах з участю *Quercus rubra* основним негативним чинником, що впливає на формування підросту головних лісоутворюючих деревних видів, є підріст дуба червоного, що зумовлено особливістю деяких елементів репродуктивної біології цього виду (вік репродуктивної здатності, періодичність та ярісність плодоношення) та його високою конкурентоздатністю. Дослідження показали, що під наметом деревостану дуб червоний формує значну кількість особин підросту, яка в середньому становить 207,5 тис. шт. × га<sup>-1</sup>, висотою переважно до 0,5 м. Отже, значна кількість особин підросту дуба червоного під наметом деревостану є одним з важливих чинників, які пригнічують процеси природного поновлення головних лісоутворюючих порід (особливо дуба скельного та бука лісового), та зменшують представленість цих та інших аборигенних видів у складі підросту.

CHMURA, D. (2020) The spread and role of the invasive alien tree *Quercus rubra* (L.) in novel forest ecosystems in Central Europe. *Forests*, 11(5), 586. DOI: 10.3390/f11050586

CROW, T.R. (1988) Reproductive Mode and Mechanisms for Self-Replacement of Northern Red Oak (*Quercus rubra*) – A Review. *Forest Science*, 34(1), 19–40. DOI: 10.1093/forestscience/34.1.19

DEBRYNIUK, M.Yu., PRYDKA, P.P. (2013) Dub chervonyi (*Quercus rubra* L.) u lisovykh nasadzhenniakh Stradchivskoho NVLK: poshyrennia ta lisivnycho-taksatsiina kharakterystyka. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 23(17), 9–14.

GOTTSCHALK, K.W. (1994) Shade, leaf growth and crown development of *Quercus rubra*, *Quercus velutina*, *Prunus serotina* and *Acer rubrum* seedlings. *Tree Physiology*, 14, 735–749.

HARALAMB, A.T. (1967) *Culture of forest species*. Editura AgroSilvică, București.

HAYDA, Y., MOHYTYCH, V., BIDOLAKH, D., KUZOVYCH, V., SUŁKOWSKA, M. (2022) The introduction of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ukrainian forests: advantages of productivity versus disadvantages

of invasiveness. *Folia Forestalia Polonica*, 64(4), 245–252. DOI: 10.2478/ffp-2022-0023

HORDIIENKO, M.I., HUZ, M.M., DEBRYNIUK, Yu.M., MAURER, V.M. (2005) *Lisovi kultury*. Kamula, Lviv. (in Ukrainian).

HROM, M.M. (2005) *Lisova taksatsiia*. UkrDLTU, Lviv. (in Ukrainian).

KESERŰ, Z., CSIHA, I., CSABA, K., RÁSÓ, J., RÉDEI, K. (2017) Vörös tölgyesek természetes felújítása és erdőnevelése: esettanulmányok. *Erdészettudományi Közlemények*, 7(2), 115–125. DOI: 10.17164/EK.2017.008

KUCHER, O., DIDUKH, Y., PASHKEVYCH, N., ZAVIALOVA, L., ROZENBLIT, Y., ORLOV, O., SHEVERA, M. (2023) The impact of northern red oak (*Quercus rubra*; *Fagaceae*) on the forest phytodiversity in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(6), 453–468. DOI: 10.15407/ukrbotj80.06.453

Lisotaksatsiinyi dovidnyk (2020) (Eds. A.M. Bilous, S.M. Kashpor, V.V. Myroniuk). Lira, Dnipro. (in Ukrainian).

LOS, S.A., TERESHCHENKO, L.I., HAIDA, YU.I., SHLONCHAK, H.A.,



- MYTROCHENKO, V.V., SHLONCHAK, H.V., VYSOTSKA, N.YU., TOROSOVA, L.O., NEIKO, I.S., SAMODAI, V.P., HRYHORIEVA, V.H., OBOZNYI, O.I., KOKHANYI, S.H., YATSYK, R.M., HRECHANYK, R.M., SAPITON, O.A., KORNIIENKO, V.P., KUKLYSHYN, V.O., MYKHAILOV, P.P., YURKIV, Z.M., BLYSTIV, V.I., HULA, L.O., PETRYCHENKO, N.V., HUZ, M.M., DANCHUK, O.T. (2017) *Nastanovy z lisovoho nasinnytstva*. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy, Kharkiv (in Ukrainian).
- MAJOR, K.C., NOSKO, P., KUEHNE, C., CAMPBELL, D., BAUHUS, J. (2013) Regeneration dynamics of non-native northern red oak (*Quercus rubra* L.) populations as influenced by environmental factors: A case study in managed hardwood forests of southwestern Germany. *Forest Ecology and Management*, 291, 144–153. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.12.006.
- MILEV, M., ALEKSANDROV, P., PETKOVA, K., ILIEV, N. (2004) *Sowing materials from broad-leaved species*. Videnov & Son Ltd., Sofia (in Bulgarian).
- MOLOTKOV, P.I., MAMONOV, N.I., HNIDENKO, V.I., MOLOTKOVA, I.I. (1971) *Natural regeneration of forests*. Karpaty, Uzhhorod (in Ukrainian).
- MYRONIUK, V.V., SVYNCHUK, V.A., BILOUS, A.M., VASYLYSHYN, R.D. (2019) *Lisova taksatsiia: navchalnyi posibnyk*. NUBiP Ukrainy, Kyiv. (in Ukrainian).
- NEGULESCU, E., SĂVULESCU, A.L. (1957) *Dendrology*. Editura Agro-Silvică de Stat, București.
- NICOLESCU, V.-N., VOR, T., MASON, W.L., BASTIEN, J.-CH., BRUS, R., HENIN, J.-M., KUPKA, I., LAVNYY, V., LAPORTA, N., MOHREN, F., PETKOVA, K., RÉDEI, K., ŠTEFANČIK, I., WAŚIK, R., PERIĆ, S., HERNEA, C. (2020) Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. Borealis* F. Michx.) in Europe: a review. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 93(4), 481–494. DOI: 10.1093/forestry/cpy032
- Normatyvno-dovidkovi materialy dlia taksatsii lisiv Ukrainy y Moldovy (1987) Urozhai, Kyiv (in Ukrainian).
- NUSSBAUMER, A., WALDNER, P., ETZOLD, S., GESSLER, A., BENHAM, S., THOMSEN, I.M., JØRGENSEN, B.B., TIMMERMANN, V., VERSTRAETEN, A., SIOEN, G., RAUTIO, P., UKONMAANAHO, L., SKUDNIK, M., APUHTIN, V., BRAUN, S., WAUER, A. (2016) Patterns of mast fruiting of common beech, sessile and common oak, Norway spruce and Scots pine in Central and Northern Europe. *Forest Ecology and Management*, 363, 237–251. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.12.033.
- Proekt orhanizatsii ta rozvytku lisovoho hospodarstva DP „Uzhhorodske LH” Zakarpatskoi oblasti (2011) Irpin. (in Ukrainian).
- PROTOPOPOVA, V.V., SHEVERA, M.V. (2019) Invasive species in the flora of Ukraine. I. The group of highly active species. *GEO&BIO*, 17, 116–135. DOI: 10.15407/gb.2019.17.116
- PYŠEK, P., SÁDLO, J., MANDÁK, B. (2003) Alien flora of the Czech Republic, its composition, structure and history. In: *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*. (Eds. Child, L.E., Brock, J.H., Brundu, G., Prach, K., Pyšek, P., Wade, P.M., Williamson, M.). Backhuys Publishers, Leiden, pp. 113–130.
- RIEPŠAS, E., STRAIGYTE, L. (2008) Invasiveness and ecological effects of red oak (*Quercus rubra* L.) in Lithuanian forests. *Baltic Forestry*, 2, 122–130.
- SHAW, M.W. 1974. The reproductive characteristics of oak in Britain. The British Oak, its History and Natural History (eds M.G. Morris, F.H. Perring), *Botanical Society of the British Isles Conference Report*, 14, E.W. Classey Ltd., Faringdon. pp. 162–181.
- STĂNESCU, V., ȘOFLETEA, N., POPESCU, O. (1997) *Woody forest flora of Romania*. Editura Ceres, București.
- TOKARSKA-GUZIŁ, B., DAJDOK, Z., ZAJĄC, M., ZAJĄC, A., URBISZ, A., DANIELEWICZ, W., HOŁDYŃSKI, C. (2012) *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 1-107.
- VOR, T., LÜPKE, B.V. (2004) The growth of northern red oak, sessile oak and beech under different light regimes in the first two years after planting. *Forstarchiv*, 75, 13–19.
- ZAVIALOVA, L.V. (2017) The most harmful invasive plant species for native phytodiversity of protected areas of Ukraine. *Biological systems*, 9(1), 87–107.
- ZELNIK, I. (2012) The presence of invasive alien plant species in different habitats: Case study from Slovenia. *Acta Biologica Slovenica*, 55, 25–38.

## ОСОБЛИВІСТЬ ФОРМУВАННЯ ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ АГРОСИСТЕМ САДІВ ЯБЛУНІ ЧЕРВОНОМ'ЯСИХ СОРТІВ

Олександр САЛЬКА

У статті розглянуто особливості формування ентомокомплексу агросистем садів яблуні червоном'ясих сортів – Ера, Сирена, Байя Маріса та Одіссіо. У результаті обстежень промислових плодівих садів і плодівих дерев на присадибних ділянках нами виявлено 37 видів комах із рядів Homoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, які суттєво шкодять культурі яблуні. Серед них відмічено шкідників асимілюючої тканини листків, квіткових та листкових бруньок, квіток, плодів, стовбура та гілок і кореневої системи.

Упродовж 2017–2023 років були проведені спостереження та обліки корисних комах у садах з органічно чистою технологією та виявлено 10 видів паразитів з 5 родин (ряду Hymenoptera) і 16 видів хижаків із 7 рядів, 7 родин. Видовий склад ентомофагів шкідників яблуні та їх чисельне співвідношення в оброблюваних і необроблюваних пестицидами садах різні.

Найбільш помітна в необроблюваних садах наявність ектопаразитів *Hoplocampa brevis* з роду *Bracon*. Крім того, тільки в необроблюваних садах знайдені ектопаразити *Psylla pyri* – *Prionomitus mitratus* Dalm. та паразити *Aphydencyrthus taeniatus* Frst., *Nepticula* sp. – *Chrysocaris penteus* Wolk. і *Chrysocaris* sp. У покинутих садах зустрічаються також хижаки-ентомофаги, що харчуються яйцями та німфами *Psylla pyri*. Це імаго та личинки *Coccinella septempunctata* L., *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera); імаго і личинки *Anthocoris nemoralis* F. (Hemiptera), личинки *Inocelia crassicornis* Schum. (Raphidioptera), личинки *Chrisopa carnea* Step. (Neuroptera), імаго *Forficula auricularia* L. (Dermaptera) і личинки *Syrphus selenticus* Meid., *Syrphus* sp. (Diptera).

**Ключові слова:** яблуня, сорти червоном'яси, шкідники, шкодочинність, хижі комахи, шкідники.

Кафедра плодовоовочівництва та виноградарства, Ужгородський національний університет, вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: [oleksandr.salka@uzhnu.edu.ua](mailto:oleksandr.salka@uzhnu.edu.ua)

### **Feature of the formation of entomocomplex by agrosystems of red-flesh apple orchards. Salka O. Yu.**

The article discusses the peculiarities of the formation of entomocomplex of agrosystems of apple orchards of red-fleshed apple varieties – Era, Sirena, Baia Marisa and Odissio. As a result of inspections of industrial orchards and fruit trees on private plots, we found 37 species of insects from the orders of Homoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, which significantly harm apple culture. Among them, pests of the assimilating tissue of leaves, flower and leaf buds, flowers, fruits, trunk and branches and root system are noted. For many years, we have observed and recorded beneficial insects in gardens with organically clean technology and discovered 10 species of parasites from 5 families (order Hymenoptera) and 16 species of predators from 7 orders and 7 families. The species composition of entomophages of apple tree pests and their numerical ratio in gardens treated and not treated with pesticides are different.

The presence of ectoparasites *Hoplocampa brevis* from the genus *Bracon* is most noticeable in uncultivated gardens. In addition, endoparasites of *Psylla pyri* – *Prionomitus mitratus* Dalm. and *Aphydencyrthus taeniatus* Frst., *Nepticula* sp. – *Chrysocaris penteus* Wolk. and *Chrysocaris* sp. were found only in uncultivated gardens. There are entomophagous predators that feed on *Psylla pyri* eggs and nymphs in abandoned gardens. These are beetles and larvae of *Coccinella septempunctata* L., *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera); adults and larvae of *Anthocoris nemoralis* F. (Hemiptera); larvae of *Inocelia crassicornis* Schum. (Raphidioptera order); larvae of *Chrisopa carnea* Step. (Neuroptera); adults of *Forficula auricularia* L. (Dermaptera) and larvae of *Syrphus selenticus* Meid., S. sp. (Diptera). Most of the found individuals of predatory insects belong to pincers, coccinellids and goldflies.

**Key words:** apple tree, red-fleshed varieties, pests, damage by predatory insects.

Department of Fruit and Vegetable Cultivation and Viticulture, Uzhhorod National University, 32, A. Voloshyna str., Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: [oleksandr.salka@uzhnu.edu.ua](mailto:oleksandr.salka@uzhnu.edu.ua)

## Вступ

Проблема захисту плодового саду в умовах Закарпаття ставить перед ентомологами складну задачу розроблення дійових заходів ефективної регуляції шкідливої діяльності комах. У цій площині пріоритетним є всебічний та глибокий аналіз видового складу комах, трофічно зв'язаних із культурою яблуні, оцінювання чисельності окремих видів та виявлення найбільш уразливих стадій шкідників. Це дозволить підібрати оптимальний метод зниження шкідливої діяльності найчисельніших фітофагів яблуневого саду і знизити втрати врожаю. Останнім часом садоводи розширили спектр сортів яблуні та використовують червоном'ясі сорти з відмінними морфологічними ознаками з червоним забарвленням усіх органів – листків, квіток, пагонів та м'якуша плодів.

В умовах західної частини України в промислових садах зерняткових культур зареєстровано близько 250 видів шкідливих комах і кліщів, які завдають значних збитків. За відсутності чи несвоєчасного виконання захисних заходів проти шкідливих об'єктів у промислових насадженнях яблуні протягом вегетаційного періоду врожайність знижується на 18–37% (Matviievskiy et al. 1990).

Із середини ХХ ст. з'являється низка робіт, присвячених вивченню видів шкідників сільськогосподарства Закарпаття та методам їх знешкодження. Особливості поширення, біології та шкідливості комах, а також методи боротьби з ними вивчали деякі дослідники. Вивченням біології шкідників плодів культур Закарпаття займалися А.Й. Сікура та О.А. Сікура (Sikura, 1998, Sikura 2003, Sikura, Sikura 1998). Про шкоду, нанесену шкідниками плодовим культурам на Закарпатті, зазначають В.Г. Рошко та його співавтори (Roshko et al. 2003).

За наявними даними (Symochko et al. 2012, Boldyzhgar 2017), найбільш небезпечними та чисельними шкідниками в садах Закарпаття є квіткоїд яблуневий, кров'яна попелиця, зелена яблунева попелиця, яблунева плодозжерка, американський білий метелик, непарний шовкопряд, кільчастий шовкопряд. Серед відзначених видів шкідниками квітів і бутонів є 4 види – оленка волохата, казарка, квіткоїд яблуневий, пильщик грушевий; шкідниками плодів є 7 видів – яблунева листоблішка, пильщик грушевий, плодозжерка грушева, яблунева плодозжерка, яблуневий плодовий пильщик, каліфорнійська щитівка, східна пло-

дозжерка; бруньки пошкоджують 5 видів – золотогуз, листовійка брунькова, квіткоїд яблуневий, казарка, зелена яблунева попелиця; листками живляться 13 видів – яблунева листова галиця, золотогуз, американський білий метелик, кільчастий шовкопряд, непарний шовкопряд, білан жилкуватий, яблунева горностаєва міль, листовійка сітчаста, казарка, західний травневий хрущ, зелена яблунева попелиця, яблунево-злакова попелиця, яблунева листоблішка; стебловими шкідниками є 5 видів – західний непарний короїд, каліфорнійська щитівка, яблунева несправжньощитівка, зелена яблунева попелиця, кров'яна попелиця), і 1 вид пошкоджує кореневу систему (західний травневий хрущ). Як бачимо, найбільша кількість видів комах пошкоджує листки, хоча деякі види комах можна зустріти спорадично і значної шкоди яблуневому саду вони не наносять.

У 2022 році дуже шкодочинною була попелиця різних видів, але сорти яблуні з червоною м'якоттю пошкоджувались менше за інші сорти. Велике значення в природному регулюванні чисельності зеленої яблуневої попелиці має діяльність ентомофагів, які можуть розмножуватись лише за біологічно чистої технології вирощування. Наявні ентомофаги, яких зустрічали в садах індивідуального сектору, належать до родин Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, Chamaemyiidae, Cecidomyiidae, Aphelinidae і Aphidiidae. Серед паразитів зеленої яблуневої попелиці найбільш численні представники родин Aphidiidae: *Lysiphlebus fabarum* Mars., *Ephedrus plagiator* Nees., *E. persicae* Froggott, *Aphidius rosae* Hal., *Trioxys angelicae* Hal. На попелицях паразитують їзці з родин Aphidiidae – *Praon volucre* Hal., *Monoctonus cerasi* Marsh., *Lipolexis gracilis* Först., *Trioxys auctus* Hal.; Aphelinidae – *Aphelinus chacnia* Walk., *Aphidencyrus mamitus* Walk та інші (Baidyk et al. 2005).

Метою досліджень є встановлення видового складу та динаміки чисельності основних шкідників яблуневого саду сортів з червоною м'якоттю, уточнення біологічних особливостей розвитку домінуючих видів шкідників та хижих видів, оцінювання впливу основних абіотичних, біотичних чинників на динаміку чисельності шкідників саду насаджень яблуні в умовах низинної підзони Закарпатської області.

Схеми класифікації шкідників плодових культур із різних рядів наведено на рисунках 1, 2, 3, 4.



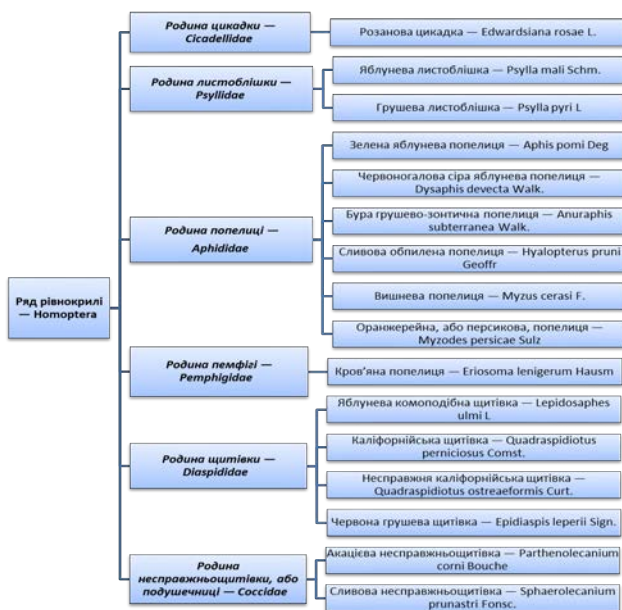


Рис. 1. Класифікація шкідників плодів культур ряду рівнокрилих (Homoptera)

Fig. 1. Classification of pests of fruit crops of the Homoptera

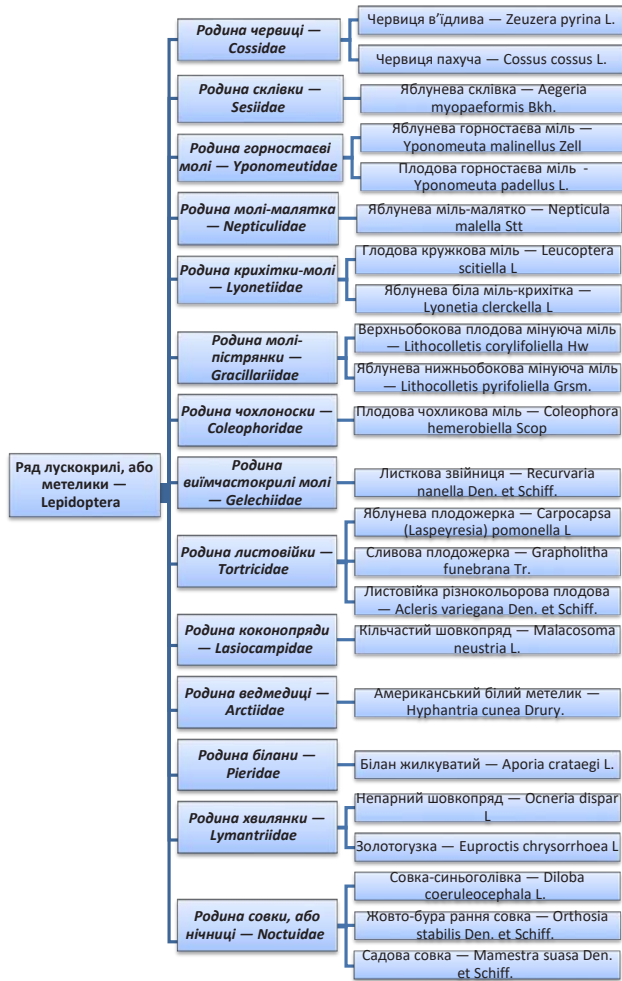


Рис. 2. Класифікація шкідників плодів культур ряду лускокрилих (Lepidoptera)

Fig. 2. Classification of fruit crop pests of Lepidoptera

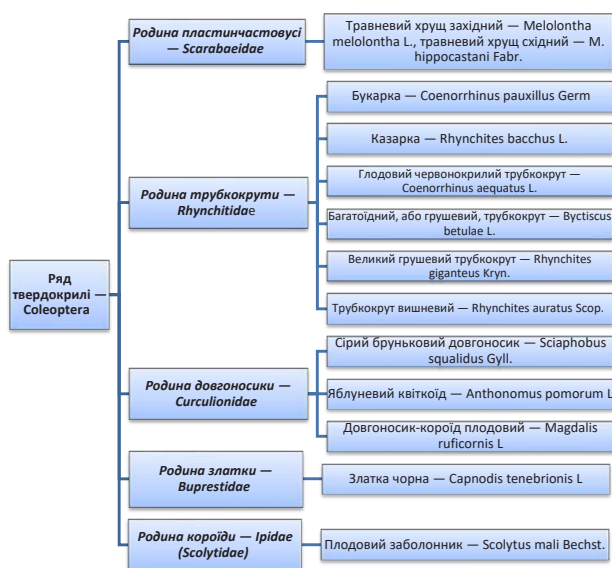


Рис. 3. Класифікація шкідників плодів культур ряду твердокрилих (Coleoptera)

Fig. 3. Classification of pests of fruit crops of the order Coleoptera



Рис. 4. Класифікація шкідників плодів культур ряду перетинчастокрилих (Hymenoptera)

Fig. 4. Classification of pests of fruit crops of the Hymenoptera

З огляду на кліматичні зміни та підвищення активності шкідників аграрії все частіше звертають увагу на більш стійкі види та сорти плодів. Так, дуже цікавий напрям у садівничій практиці – червоном'ясі яблуні, якими українські садівники зацікавилися порівняно нещодавно. Червоноплідні яблуні стійкіші до хвороб, ніж звичайні. Антоціани, які в них містяться в листках, перешкоджають поширенню грибкових захворювань. Але червоном'ясі яблука не надходять одразу з дерева до столу. Їм треба хоча б тиждень полежати, щоб вони стали солодшими. Приблизно за тиждень відбувається процес ферментації, і плід стає надзвичайно смачним і ароматним. Ще одна особливість червоном'ясих яблунь – це спурові сорти, тобто плодова брунька закладена на молодому однорічному прирості. Також червоном'ясі сорти вирізняються самоплідністю, через це вони не залежать від комах запилювачів, а отже, і погодних умов навесні.

Вчені зазначають, що від зміни клімату найбільш постраждали види, що є представни-

ками рядів Лускокрилі, Перетинчастокрилі та Твердокрилі, хоча нами встановлено шкодочинність багатьох видів на зерняткових культурах, які стали більш агресивними. Значна частина великих груп (одноденки, волохокрильці, веснянки, бабки) уже втратили значну частину своїх видів, але деякі види значно збільшили шкодочинність (попелиці, кліщі, оленка волохата).

### Матеріали та методи

Моніторинг шкідливої діяльності комах, трофічно зв'язаних з культурою яблуні, проводився нами упродовж 2017–2022 років на присадибних і промислових (фермерських) яблуневих насадженнях різного сортового складу в населених пунктах Ужгородщини. Для проведення досліджень використовували загальноприйняті методики (Omeliuta et al. 1986). Дисперсійний аналіз одержаних результатів проводили за методикою Б.О. Доспехова. Сорти для обстеження – Ера, Сирена, Одіссіо та Байя Маріса. Щільність посадки – 3,5×1 м, форма крони – веретено. Кількість повторностей – 4, по одному обліковому дереві в кожній.

### Результати

Упродовж 2017–2023 років нами проводились спостереження та обліки корисних комах у садах з органічно чистою технологією та виявлено 10 видів паразитів з 5 родин ряду Hymenoptera і 16 видів хижаків із 7 рядів, 7 родин. Видовий склад ентомофагів шкідників яблуні та їх чисельне співвідношення в оброблюваних і необроблюваних пестицидами садах різні. Найбільш помітна в необроблюваних садах наявність ектопаразитів *Hoplocampa brevis* з роду *Bracon*. Крім того, тільки в необроблюваних садах знайдені ендopазити *Psylla pyri* – *Prionomitus mitratus* Dalm. і *Aphydencyrtus taeniatus* Frst., *Nepticula sp.* – *Chrysocaris penteus* Wolk. і *Chrysocaris sp.* У покинутих садах зустрічаються і хижаки-ентомофаги, що харчуються яйцями і німфами *Psylla pyri*. Це імаго і личинки *Coccinella septempunctata* L., *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera); імаго та личинки *Anthocoris nemoralis* F. (Hemiptera); личинки *Inocelia crascicornis* Schum. (Raphidioptera); личинки *Chrisopa carnea* Step. (Neuroptera); імаго *Forficula auricularia* L. (Dermaptera) і личинки *Syrphus selenticus* Meid., *Syrphus sp.* (Diptera). Більшість знайдених особин хижих комах належать до щипавок, кокцинелід і золотоочок. У промислових садах до серпня зростає чисельність кокцинелід. За масового розмноження листоблішок на кожній обліковій гілці в середньому налічувалося 3–4 кокцинеліди і 2–3 щипавки.

Серед поширених хижих комах у садах червоном'ясих сортів яблуні відмічено турунів роду *Carabus* – це хижі жуки, дорослі особини яких жив-

ляться різними видами комах, а також їхніми яйцями та личинками. Личинок турунів можна знайти в мульчі та ґрунті. Вони знищують личинок хрущів, мух, личинок коваликів, слимаків і медведок.

Стафіліни (Staphylinidae) – хижі жуки, обов'язковою умовою появи яких є волога органічна речовина (дерен, лісова підстилка, каміння, мох, солома, деревина, що гниє). Жуки та личинки стафілінів полюють на личинок хрущів, яйця кліщів тощо.

Ктирі (Asilidae) – активні хижі мухи. Їх личинки розвиваються у ґрунті й живляться личинками хрущів, дротяників, хлібних жуків та інших комах.

Мухи тахіни (Tachinidae) – їхні личинки паразитують і розвиваються в тілі комах-господарів: гусені метеликів, личинках жуків, зокрема й хрущів. Сприяють залученню ентомофагів квітучі кормові рослини (найбільше вони люблять такі рослини, як кріп, коріандр, кмін, фенхель, аніс), а також такі культури, як гречка, соняшник, фацелій й інші нектароноси, які часто можна знайти в індивідуальних садах.

Фермери в Закарпатську область завезли сорти яблуні з червоним забарвленням м'якуша. Зокрема, це такі сорти, як Ера, Сирена, Цирцея, Каліпсо. Взагалі сортів червоном'ясих яблук у світі налічується близько тридцяти, але поки що найбільшого поширення в Україні набули саме яблуні серії «Redlove», особливо Ера та Сирена. Для дослідження було вибрано сорти Ера, Сирена, Одіссіо та Байя Маріса. Сорти стійкі до парші, що важливо для органічного землеробства. Сік яблук також червоний, виглядає дуже привабливо та оригінально, не втрачає колір під час термічного оброблення. Розрізане яблуко не окислюється, тобто колір не змінюється в разі контакту з повітрям. Загальний вигляд саду за інтенсивної технології та індивідуального саду наведено на рисунку 5. Аналіз 100 плодів на пошкодження шкідниками наведено на рисунку 6.



Рис. 5. Загальний вигляд плодів перед збиранням сорту Одіссіо в інтенсивному та органічно чистому саду, 2022 р.

Fig. 5. General appearance of pre-harvest Odissio fruits in an intensive and organically clean orchard, 2022 year

Червоном'ясі сорти яблунь виглядають доволі привабливо, цікаво, оригінально та незвично, тому мають і декоративне значення. Кора гілок темно-червоного кольору, а листя з привабливим червоним відливом, колір деревини в зрізі у більшості сортів також має червонуватий відтінок. Особливо гарно вони виглядають у період цвітіння, радуючи садівників своїми квітками від ніжно-рожевого до темно-червоного кольору. Плоди цих яблунь вживають не тільки у свіжому вигляді, з них виготовляють варення, компоти, соки, начинку для пирогів, чіпси.

Аналізуючи матеріали сортів червоном'ясих сортів Ера, Сирена, Байя Маріса та Одіссіо, ми встановили, що в індивідуальному саду відмічено значно більший рівень пошкодження, ніж за технології інтенсивного типу. Сорт Ера пошкоджено лише на 3%, найвищий показник – у сорту Одіссіо (7%) (Рис. 7). Слід відзначити, що в період формування плодів для всіх сортів характерний високий вміст кислоти, що не приваблює багатьох шкідників, серед них і яблунова плодожерка.



Рис. 6. Аналіз плодів яблук на наявність шкідників і хвороб, серпень, 2022 р.

Fig. 6. Analysis of apple fruits for the presence of pests and diseases, August, 2022 year

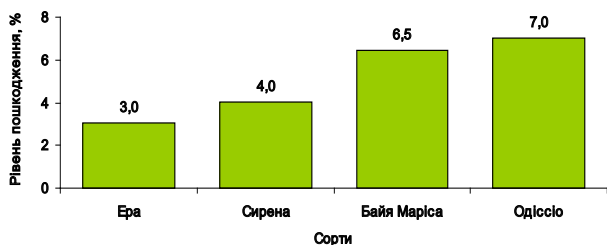


Рис. 7. Рівень пошкодження шкідниками яблунь червоном'ясих сортів залежно від сортових особливостей (середнє за 2017–2022 рр.)

Fig. 7. The level of pest damage to red-fleshed apple trees depending on varietal characteristics (average for 2017–2022 years)

Щодо видового складу шкідників, яких знайдено в садах індивідуального сектору, найбільш шкочинними відзначені яблуневий квіткоїд та волохата оленка, пошкодження, відповідно, становило 9,6% та 8,4%. Незважаючи на вміст високої кислотності, у всіх сортів червоном'ясих яблук яблунова плодожерка завдала в середньому за роки спостереження шкоди з пошкодженням плодів до 5% (Рис. 8).

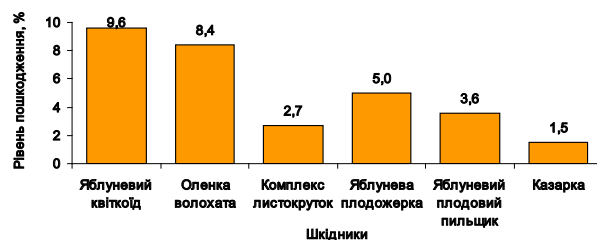


Рис. 8. Рівень пошкодження яблунь червоном'ясих сортів залежно від видового складу шкідників (усереднені дані за 2017–2022 рр.)

Fig. 8. The level of damage to red-fleshed apple trees depending on the species composition of pests (average data for 2017–2022 years)

Під час проведення статистичного оброблення з виявлення впливу факторів на рівень пошкодження нами встановлено високий рівень впливу погодних умов на пошкодження шкідниками червоном'ясих сортів яблуні (19,8%). Більшість шкідників відчутно реагують на екстремальні зміни клімату, фактор взаємодії погоди і шкідників становив 18,5%. За роки досліджень встановлено різний рівень шкочинності видів комах (21%), що може констатувати факт вибіркості сприйняття посушливих умов вегетаційного періоду господаря та шкідника. Відмічено також і різну стійкість та реакцію на пошкодження шкідниками вивчених сортів яблуні (6,6%). Матеріали впливу різних факторів на прояв пошкодження шкідниками наведено на рисунку 9.

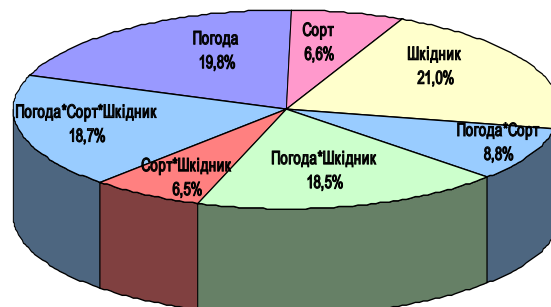


Рис. 9. Вплив факторів дослідження на рівень пошкодження шкідниками яблунь червоном'ясих сортів (2017–2022 рр.)

Fig. 9. The influence of research factors on the level of pest damage to red-fleshed apple trees (2017–2022 years)



Аналізуючи рівень пошкодження сортів шкідниками залежно від гідротермічного коефіцієнта в липні (у період формування плодів господаря) та відповідність умов щодо розвитку шкідника й у вересні на завершених вегетації, нами проведено регресійний аналіз та встановлено обернений зв'язок між рівнем пошкодження сортів яблуні від гідротермічного коефіцієнта ( $R^2=0,4513$  в липні та  $R^2=0,5342$  у вересні) (Рис. 10).

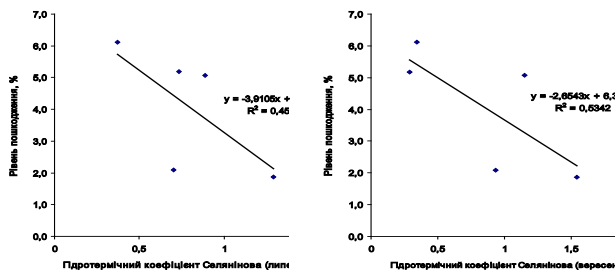


Рис. 10. Регресійна залежність рівня пошкодження шкідниками яблунь червоном'ясих сортів від гідротермічного коефіцієнта Селянінова

Fig. 10. Regression dependence of the level of damage by pests of red-fleshed apple trees on the Selianinov hydrothermal coefficient

Залежність має лінійний характер і описується рівнянням  $y = -3,9105 x + 7,1807$ , де  $y$  – рівень пошкодження (%);  $x$  – гідротермічний коефіцієнт, (у липні) та  $y = -2,6543 x + 6,3253$ .

Таким чином, зі збільшенням кількості пошкодження всіх частин дерев пропорційно падає гідротермічний коефіцієнт. Така ж картина наявна в серпні, де спостерігається розвиток другого покоління шкідника за сприятливих умов. Отже, температура та вологість повітря, а для ґрунтових шкідників – і ґрунту, особливо важливі як фактор, який у деяких видів обмежує їх активність, а в деяких – стимулює до більш активного розмноження та більшої агресивності. Зміни середньої температури повітря впливають на зміни фенології комах. Більш рання поява деяких видів комах навесні і їх більш тривала активність є найбільш характерними симптомами глобального потепління.

### Обговорення

У результаті обстежень промислових плодівих садів і плодівих дерев на присадибних ділянках нами виявлено 37 видів комах із рядів Номoptera, Coleoptera, Нумenoptera, Lepidoptera, які суттєво шкодять культурі яблуні. Серед них відмічені шкідники асимілюючої тканини листків, квіткових та листкових бруньок, квіток, плодів, стовбура та гілок і кореневої системи.

Під час обстеження садів індивідуального сектору з червоном'ясих сортів встановлено, що яблунева плодожерка II покоління з другої декади червня завдавала відчутної шкоди. У феромонній пастці за добу налічувалося 4, максимумно – 8 метеликів. Пошкоджені плоди виявлені на 10% дерев, у середньому пошкоджено 2% плодів із 1 личинкою на плід.

Гусениці білана жилкуватого та золотогоуза живляться листям на 3–5% дерев за середньої чисельності 1 гус./лист. Триває шкодочинність нових поколінь личинок зеленої, сірої та кров'яної яблунової попелиць. Заселено 74% дерев за середньої чисельності 2 колонії/лист, максимумно – 3 при заселенні 9% листків. У 2022 році шкодочинність різних видів попелиць була надзвичайно високою, що відобразилось на стані росту і розвитку однорічних приростів та якості плодів.

### Висновки

Найбільш небезпечними та чисельними в садах Закарпаття визнано таких шкідників, як: квіткоїд яблуневий, кров'яна попелиця, зелена яблунева попелиця, яблунева плодожерка, американський білий метелик, непарний шовкопряд, кільчастий шовкопряд. Серед відмічених видів шкідниками квітів і бутонів є 4 види – оленка волохата, казарка, квіткоїд яблуневий, пильщик грушевий; шкідниками плодів є 7 видів – яблунева листоблішка, пильщик грушевий, плодожерка грушева, яблунева плодожерка, яблуневий плодовий пильщик, каліфорнійська щитівка, східна плодожерка; бруньки пошкоджують 5 видів – золотогоуз, листовійка брунькова, квіткоїд яблуневий, казарка, зелена яблунева попелиця; листками живляться 13 видів – яблунева листова галиця, золотогоуз, американський білий метелик, кільчастий шовкопряд, непарний шовкопряд, білан жилкуватий, яблунева горностаєва міль, листовійка сітчаста, казарка, західний травневий хрущ, зелена яблунева попелиця, яблунево-злакова попелиця, яблунева листоблішка; стебловими шкідниками є 5 видів – західний непарний короїд, каліфорнійська щитівка, яблунева несправжньощитівка, зелена яблунева попелиця, кров'яна попелиця), і 1 вид пошкоджує кореневу систему (західний травневий хрущ).

Під час обліку корисних комах у садах з органічно чистою технологією виявлено 10 видів паразитів з 5 родин ряду Нумenoptera і 16 видів хижаків із 7 рядів і 7 родин. Видовий склад ентомофагів шкідників яблуні та їх чисельне співвідношення в оброблюваних і необроблюваних пестицидами садах різні. Найбільш помітна в необроблюваних садах наявність ектопаразитів *Hoplocampa*

*brevis* та ендопаразитів *Psylla pyri*. У покинутих садах зустрічаються також хижаки-ентомофаги, які живляться яйцями та німфами *Psylla pyri*. Це

деякі хижі та паразитичні представники рядів Coleoptera, Hemiptera, Raphidioptera, Neuroptera, Dermaptera, Diptera.

BAIDYK, H.V., BILETSKYI, Ye.M., BILYK, M.O., YEVTUSHENKO, M.D., ZAKHARENKO, O.V., LYTUVYNOV, B.M., LEZHENINA, I.P., OPARENKO, V.I., SIROUS, L.YA., CHUMAK, V.O., SHARUDA, H.I., YUSHCHUK, D.D. (2005) *Silskohospodarska entomolohiia*. [Agricultural entomology]. Vyshcha osvita, Kyiv (in Ukrainian).

BOLDYZHAR, O.S. (2017) Entomokompleks shkidnykiv yabluni i hrushi v umovakh Mukachivskoho raionu Zakarpatskoi oblasti. *Proceedings of the International Conference of Young Scientists and Students "Problemy zberezhenia bioriznomanittia Ukrainskykh Karpat"*. Uzhhorod, Ukraine, 27–28 April 2017, p. 13 (in Ukrainian).

MATVIEVSKYI, O.S., KALENYCH, F.S., LOSHCHYTSKYI, V.P., TKACHOV, V.P. (1990) *Dovidnyk po zakhystu sadiv vid shkidnykiv i khvorob* [A guide to protecting gardens from pests and diseases]. Harvest, Kyiv (in Ukrainian).

OMELIUTA, V.P., HRYHOROVYCH, I.V., CHABAN, V.S., PIDOPLICHKO, V.N., KALENYCH, F.S., PETRUKHA, O.Y., ANTONIUK, S.I., POZHAR, Z.A., TYSHCHENKO, YE.I., HRYHORENKO, V.H., KOVAL, M.K., CHERNENKO, O.O. (1986) *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Urozhai, Kyiv (in Ukrainian).

ROSHKO, V.H., KROCHKO, V.YU., CHUMAK, V.O., REBREI, V.V., VAHERYCH, O.O. (2003) Pidsumky doslidzhennia shkidlyvoi entomofauny Zakarpattia. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 12, 110–126 (in Ukrainian).

SIKURA, O.A. (1998) Vplyv posukhy na smertnist amerykansko biloho metelyka (*Hyphantria cunea* Drury). *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 5, 146–161 (in Ukrainian).

SIKURA, O.A. (2003) Fiziolohichni stan amerykansko biloho metelyka (*Hyphantria cunea* Drury) na riznykh fazakh dynamiky populiatsii. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 12, 137–142 (in Ukrainian).

SIKURA, A.I., SIKURA, O.A. (1998) Osoblyvosti rozvytku amerykansko biloho metelyka (*Hyphantria cunea* Drury) v nyzynni ta peredhirs'kii zonakh Zakarpattia. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 5, 145–150 (in Ukrainian).

SYMOCHKO, V.V., PIPASH, M.M., OLEN, A.B. (2012) Porivnialnyi analiz chyselnosti komakh-fitofahiv yablunevykh nasadzhen z riznym stupenem zakhystu. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series Biology*, 32, 88–92 (in Ukrainian).

## СИСТЕМАТИЧНА СТРУКТУРА УРБАНОФЛОРИ УЖГОРОДА

Мирослава СОЙМА

*Об'єктом досліджень є флора міста Ужгород у його сучасних адміністративних межах. Основне завдання роботи – здійснити аналіз та з'ясувати сучасну систематичну структуру урбанofлори міста, її характерні риси шляхом доповнень авторськими даними та критичного аналізу матеріалів гербаріїв, а також аналізу флористичних зведень Ужгорода та Закарпаття. У складі урбанofлори Ужгорода виявлено 953 види судинних рослин, що відносяться до 440 родів та 104 родин. Сюди входять усі види, які було вказано для території міста Ужгорода за всю історію його досліджень, деякі відомі лише за гербарними зразками, деякі підтверджено сучасними зборами. Досліджена урбанofлора, порівняно з даними В. В. Протопопової та М. В. Шевери (2003), поповнилася 155 видами. Найменше в урбанofлорі Ужгорода спорових (1,9%) та голонасінних (0,4%). Визначну роль за кількістю видів у флорі міста відіграють покритонасінні (97,6%). Такий розподіл між таксонами характерний для земної кулі загалом. Кількість однодольних у досліджуваній урбанofлорі становить 15,6%, кількість дводольних – 82%. У дослідженні проведено порівняння флористичних спектрів та основних пропорцій з урбанofлорами інших міст України для визначення флористичного багатства Ужгорода. Родовий коефіцієнт у порівнюваних урбанofлор варіює від 7,4 (Мале Полісся) до 9,6 (Кропивницький). В Ужгороді він становить 9,1. Значення родового коефіцієнта досить високе, що свідчить про флористичне багатство досліджуваної території. Багатий склад урбанofлори Ужгорода пояснюється великою територією субурбанзони міста та наявністю природних ділянок, що збереглися. За кількістю видів (953) Ужгород можна зіставити з великими промисловими містами півдня України, як-от Херсон (964), Миколаїв (909), та центральної України (м. Кривий Ріг (882)). Досліджувана урбанofлора відзначається високим рівнем флористичного багатства, високі позиції займають родини Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, що загалом відповідає спектру природної флори України. Високе положення родини Brassicaceae (62 види) і входження до першої десятки родин Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae та Boraginaceae вказують на зв'язок сучасної урбанofлори Ужгорода із флорою давнього Середземномор'я.*

**Ключові слова:** видовий склад, спектр провідних родин, таксономічна структура, Ужгород.

Ужгородський національний університет, біологічний факультет, вул. Волошина, 32, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: [aleksik\\_m@ukr.net](mailto:aleksik_m@ukr.net)

### **Systematic structure of the urban flora of Uzhhorod city. Soima M.V.**

*The object of research is the flora of the city of Uzhhorod, within its modern administrative boundaries. The main task of the work is to analyze and find out the modern systematic structure of the urban flora of the city, its characteristic features, by adding author's data and critical analysis of herbarium materials, as well as the analysis of floristic summaries of Uzhhorod city and Transcarpathia. 953 species of vascular plants belonging to 440 genera and 104 families were found in the urban flora of Uzhhorod. This includes all species that have been listed for the territory of the city of Uzhhorod throughout the history of its research, some known only from herbarium specimens, some confirmed by modern collections. The studied urban flora, in comparison with the data of V. V. Protopopova and M. V. Sheveri (2003), replenished with 155 species. Spores (1.9%) and gymnosperms (0.4%) are the least common in the urban flora of Uzhhorod (Table I). Angiosperms (97.6%) play a significant role in the number of species in the flora of the city. This distribution between taxa is typical for the globe in general. The number of monocotyledons in the studied urban flora is 15.6%, the number of dicotyledons is 82%. For the investigated urban flora, a comparison of floristic spectra and main proportions with urban floras of other cities of Ukraine was made, in order to determine its floristic richness. The generic coefficient of the compared urban flora varies from 7.4 (Male Polissya) to 9.6 (Kropyvnytskyi). In Uzhhorod, it is 9.1. The value of the generic coefficient is quite high, which indicates the floristic richness of the studied area. The rich composition of the urban flora of Uzhhorod is explained by the large territory of the suburban area of the city and the presence of preserved natural areas. In terms of the number of species (953), the city of Uzhhorod is close to the large industrial cities of southern Ukraine, such as Kherson (964), Mykolaiv (909) and Kryvyi Rih (882) in central Ukraine. The studied urban flora is*



characterized by a high level of floristic richness, high positions are occupied by the families Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, which generally corresponds to the spectrum of the natural flora of Ukraine. The high position of the Brassicaceae family (62 species) and the entry into the top ten of the Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae and Boraginaceae families indicate the connection of the modern urban flora of Uzhhorod with the flora of the Ancient Mediterranean.

**Key words:** species composition, spectrum of leading families, taxonomic structure, Uzhhorod.

Uzhhorod National University, Faculty of Biology, 32, Voloshyna st., Uzhhorod, 88000, Ukraine, e-mail: aleksik\_m@ukr.net

## Вступ

Особливої актуальності набуває вивчення урбанофлор міст, оскільки внаслідок урбанізації відбувається синантропізація рослинного покриву міських і приміських територій, що спричиняє збіднення видового складу її аборигенної фракції (Arkushyna 2007, Hubar 2006, Korzhan 2011, Kucherevskiy, Shol 2003, Melnyk 2001, Protopopova, Shevera 2002, Protopopova, Shevera 2003, Zavialova 2010).

Систематичний аналіз є одним із методів установлення особливостей флори конкретної території. Він відображає багатство видового складу флори та її розподіл між таксонами вищого рангу. Кожній флорі властиві свої кількісні показники для різних систематичних груп (Shmidt 1979).

## Матеріали та методика

Об'єктом досліджень є флора міста Ужгород в його сучасних адміністративних межах. Місто розташоване на межі двох флористичних районів – Притисянської низовини та Вулканічних Карпат. Перша згадка про місто в історичних хроніках датується 872 р. Територія міста становить 40 км<sup>2</sup>. Станом на 1 січня 2019 року чисельність населення м. Ужгорода становило 114 898 осіб (Korchynska 2019).

Аналіз систематичної структури урбанофлори Ужгорода здійснено згідно з принципами, розробленими О. І. Толмачовим (Tolmachiov 1974: 1986).

У роботі використано дані Гербаріїв Ужгородського національного університету (UU), Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН

України (KW). Номенклатура таксонів наводиться за зведенням С. Л. Мосякіна та М. М. Федорончука (Mosiakin, Fedoronchuk 1999), з уточненнями за базою даних Plants of the World online (POWO 2023).

Раніше вже проводилися дослідження урбанофлори Ужгорода та порівнювалася структура та основні пропорції урбанофлори Ужгорода з урбанофлорами інших міст (Protopopova, Shevera 2002; Protopopova, Shevera 2003). Основне завдання роботи – здійснити аналіз та з'ясувати сучасну систематичну структуру урбанофлори міста, її характерні риси шляхом доповнень авторськими даними та критичного аналізу матеріалів гербаріїв, а також аналізу флористичних зведень Ужгорода та Закарпаття (Komendar et al. 1988, Fodor 1974, Protopopova, Shevera 2003, Protopopova, Shevera 2002, Rudenko et al. 1951, Rudenko et al. 1954).

## Результати

У складі урбанофлори Ужгорода виявлено 953 види судинних рослин, що відносяться до 440 родів та 104 родин. Сюди входять усі види, які були вказані для території міста Ужгорода за всю історію його досліджень, деякі відомі лише за гербарними зразками, деякі підтверджені сучасними зборами. Досліджена урбанофлора, порівняно з даними В. В. Протопопової та М. В. Шевери (Protopopova, Shevera 2003), поповнилася 155 видами.

Найменше в урбанофлорі Ужгорода спорових (1,9%) та голонасінних (0,4%) (Табл. 1). Визначну роль за кількістю видів у флорі міста відіграють покритонасінні (97,6%). Такий розподіл між

Таблиця 1. Основні пропорції урбанофлори Ужгорода

Table 1. The main proportions of the urban flora of Uzhgorod

Відділ, клас	Абсолютна кількість/ % від загальної кількості			Пропорція родин:роди:види
	родин	родів	видів	
Lycopodiophyta	1/0,9	1/0,2	1/0,1	1:1:1
Equisetophyta	1/0,9	1/0,2	6/0,6	1:1:6
Polypodiophyta	6/5,7	9/2	12/1,2	1:1,5:2
Pinophyta	3/2,9	4/0,9	4/0,4	1:1,3:1,3
Magnoliophyta	93/89,4	425/96,6	930/97,6	1:4,6:10
Magnoliopsida	78/75	356/80,9	781/82	1:4,6:10
Liliopsida	15/14,4	69/15,7	149/15,6	1:4,6:9,9
Усього	104	440	953	1:4,2:9,2

таксонами характерний для земної кулі загалом (Tolmashiov 1986). Кількість однодольних у досліджуваній урбанофлорі становить 15,6%, кількість дводольних – 82%. Коли порівнюють співвідношення однодольні/дводольні у флорах природних регіонів та урбанофлорах, часто відзначається його зростання в останніх. Таке підвищене співвідношення характерне як для дослідженої, так й інших урбанофлор (Tolmashiov 1974).

Для досліджуваної урбанофлори проведено порівняння флористичних спектрів та основних пропорцій з урбанофлорами інших міст України (Табл. 2) для визначення її флористичного багатства. Зокрема, вказано основні пропорції таких урбанофлор, як: Чернівці (Korzhan 2011), Кривий Ріг (Kucherevskiy, Shol 2003), Кропивницький (Arkushyna 2007), Херсон (Moisiienko 1999), Миколаїв (Melnyk 2001), Чернігів (Zavialova 2010), Мале Полісся (Острог, Нетішин, Славута, Шепетівка) (Hubar 2006). Таке порівняння цілком узгоджується з тими, що проводять у флористиці, зіставляючи відповідні частини спектрів і пропорції категорій однакового рангу в системі флористичної ієрархії. При цьому вважається, що систематична структура флори – показник, який найменше з усіх залежить від площі досліджуваних територій (Shmidt 1979; 1984). Родовий коефіцієнт у порівнюваних урбанофлор варіює від 7,4 (Мале Полісся (Острог, Нетішин, Славута, Шепетівка) до 9,6 (Кропивницький). В Ужгороді він становить 9,1 (табл. 2). Значення родового коефіцієнта досить високе, що свідчить про флористичне багатство досліджуваної території. Багатий склад урбанофлори Ужгорода пояснюється великою територією субурбанзони міста та наявністю природних ділянок, що збереглися. За кількістю видів (953) Ужгород знаходиться поруч із великими промисловими містами півдня України, такими як Херсон (964) та Миколаїв (909), і центральної України (м. Кривий Ріг (882)).

Спектр провідних родин в урбанофлорі Ужгорода, як і в попередніх дослідженнях (Protopopova, Shevera 2002; Protopopova, Shevera 2003), загалом відповідає спектру природної флори України (Asteraceae – 116, Poaceae – 79, Brassicaceae – 62, Fabaceae – 61, Rosaceae – 53 та ін.) (Табл. 3). Загальна частка видів у перших десяти родинях становить 548 видів, або 57,4% від їх загальної кількості. Виключно високе положення родини Brassicaceae (62 види) та входження до першої десятки родин Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae та Boraginaceae вказують на зв'язок сучасної урбанофлори Ужгорода із флорою давнього Середземномор'я. Позиція Brassicaceae у родинному спектрі (3 позиція) відповідає такій в урбанофлорах Миколаєва та Чернівці, й загалом є тенденції до зростання кількості видів хрестоцвітих із північного заходу на південний схід (Ilinskaia 2009).

Аналіз родового спектра показав, що перші 8 позицій поділяють між собою 29 родів, кількість видів в яких варіює від 6 до 26. Найбільш поліморфними є роди *Carex* – 26 видів, *Veronica* – 17 видів, *Galium*, *Euphorbia*, *Trifolium*, *Vicia* (по 11 видів), *Salix*, *Chenopodium* (по 10 видів), *Amaranthus*, *Potentilla*, *Ranunculus* (по 9 видів), *Festuca*, *Rumex*, *Viola*, *Poa* (по 8 видів). Спектр провідних родів налічує 259 видів (27,2% від загальної кількості).

#### Висновки

Отже, в результаті дослідження сучасного систематичного складу урбанофлори Ужгорода встановлено його зональні риси, виражені у складі спектрів провідних родин і родів, головних пропорціях та співвідношеннях. Досліджувана урбанофлора відзначається високим рівнем флористичного багатства, високі позиції займають родини Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Rosaceae, що загалом відповідає спектру природної флори України. Високе положення

Таблиця 2. Флористичні пропорції урбанофлор України

Table 2. Floristic proportions of the urban flora of Ukraine

Місто	Загальна кількість			Загальна кількість Пропорції родина:роди:види
	Видів	Родів	Родин	
Ужгород	953	440	104	1:4,2:9,1
Чернівці	1152	519	120	1:4,4:9,5
Чернігів	1050	470	115	1:4,1:9,1
Кривий Ріг	882	437	194	1:4,2:8,9
Кропивницький	1165	524	121	1:4,3:9,6
Херсон	964	442	105	1:4,2:9,2
Миколаїв	909	441	100	1:4,4:9,1
Острог, Нетішин, Славута, Шепетівка	811	431	109	1:3,9:7,4

Таблиця 3. Місце провідних родин урбанofлори Ужгорода

Table 3. The place of the leading families of the urban flora of Uzhhorod

Місце	Родина	Кількість видів	Загальна кількість видів, %	Кількість родів	Загальна кількість родів, %
1	Asteraceae	116	12,2	57	12,9
2	Poaceae	79	8,3	42	9,5
3	Brassicaceae	62	6,5	29	6,6
4	Fabaceae	61	6,4	20	4,5
5	Rosaceae	53	5,5	21	4,7
6	Lamiaceae	47	4,9	20	4,5
7	Caryophyllaceae	41	4,3	22	5
8	Scrophulariaceae	36	3,8	14	3,2
9	Apiaceae	27	2,8	18	4,1
10	Boraginaceae	26	2,7	13	2,9
11–12	Ranunculaceae	21	2,2	10	2,3
11–12	Chenopodiaceae	21	2,2	5	1,1
13	Polygonaceae	20	2,1	6	1,3
14	Onagraceae	14	1,4	4	0,9
15	Rubiaceae	13	1,3	3	0,7
У 3-х провідних родин		257	27	128	29
У 10-и провідних родин		548	57,4	256	57,9
У 15-и провідних родин		636	66,7	284	64,2

родини Brassicaceae (62 види) та входження до першої десятки родин Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae та Boraginaceae вказують на зв'язок сучасної урбанofлори Ужгорода із флорою давнього Середземномор'я.

#### Подяки

Висловлюю щиро подяку к.б.н., с.н.с. М. В. ШEVERІ (Інститут ботаніки М. Г. Холодного НАН України) за консультації та допомогу в підготовці рукопису статті.

ARKUSHYNA, H.F. (2007) *Urbanoflora Kirovohrada*. Avtoreferat dysertatsii kandydata biolohichnykh nauk, Yalta. (in Ukrainian).

FODOR, S.S. (1974) *Flora Zakarpattia*. Lviv, Vyscha shkola (In Ukrainian).

HUBAR, L.M. (2006) *Urbanoflory skhidnoi chastyny Maloho Polissia*. Avtoreferat dysertatsii kandydata biolohichnykh nauk, Kyiv. (in Ukrainian).

ILINSKAIA, A.F. (2009) Uchastie krestotsvetnykh (Brassicaceae) v urboekosistemakh Ukrainy. *Proceedings of the IV International Scientific Practical Conference "Urboekosistemy: problemy i perspektivy razvitiia"*. Ishym, Tiumenskii izdatelskii dom, 2009, pp. 116–118 (in Russian).

KOMENDAR, V.Y., TOVT, E.S., TEREKHOVA, V.Y. (1988) Yestestvennaia flora okrestnostei h. Uzhhoroda. *Respublikanskii mezhdvedomchii nauchnyi sbornik «Okhrana, izuchenie i obohashchenye rastitelnoho mira. Flora i rastitelnost»*. Kyev, 15, 10–21.

KORCHYNSKA, Zh.M. (2019) Analiz statystychnykh danykh shchodo dynamiky chyselnosti naselennia mista Uzhhorod (2008–2018 rr.). *Proceedings of the Scientific–Practical Internet Conference «Vitchyzniana nauka na zlami epokh:*

*problemy ta perspektyvy rozvytku»*, Vypusk 56, DVNZ «Pereiaslav-Khmelnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody», 14, December, 2019, Pereiaslav, pp. 12–16 (in Ukrainian).

Korzhan, K.V. (2011) Systematychna struktura urbanoflory Chernivtsiv. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 68(3), 388–393 (in Ukrainian).

KUCHEREVSKYI, V.V., SHOL, H. (2003) Anotovanyi spysok urbanoflory Kryvoho Rohu. *Kryvyi Rih*, I.V.I (in Ukrainian).

MELNYK, R.P. (2001) *Urbanoflora Mykolaieva*. Avtoreferat dysertatsii kandydata biolohichnykh nauk. Yalta (in Ukrainian).

MOISIENKO, I.I. (1999) *Urbanoflora Khersona*. Avtoreferat dysertatsii kandydata biolohichnykh nauk, Yalta (in Ukrainian).

Mosiakin, S., Fedoronchuk, M. (1999) *Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural checklist*. Kyiv (in Ukrainian).

POWO (2023) Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Available from: <https://powo.science.kew.org/>



PROTOPOPOVA, V., SHEVERA, M. (2002) A preliminary checklist of the urban flora of Uzhhorod. Kyiv, Phytosociocentre. (in Ukrainian).

PROTOPOPOVA, V.V., SHEVERA, M.V. (2003) Urbanoflora Uzhhoroda. I. Ekologichnyi analiz. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod university, Series Biology*, 13, 108–110 (in Ukrainian).

RUDENKO, KH.YU., FODOR, S.S., RIZNICHENKO, O.P. (1951) Materialy do flory Zakarpatskoi oblasti. *Naukovi zapysky Uzhhorodskoho universytetu*, 4, 17–43 (in Ukrainian).

RUDENKO, KH.YU., FODOR, S.S., RIZNICHENKO, O.P. (1954) Materialy do flory Zakarpatskoi oblasti. *Naukovi zapysky Uzhhorodskoho universytetu*, 10, 121–169 (in Ukrainian).

SHMIDT, V.M. (1979) Zavisimost kolichestvennykh pokazatelei konkretnykh flor Evropeiskoi chasti SSSR ot heohraficheskoi shyroty. *Botanicheskii zhurnal*, 64(2), 172–183. (in Russian).

SHMIDT, V.M. (1984) *Matematicheskie metody v botanike*. Leninhrad, Izdatelstvo Leninhradskoho universiteta (in Russian).

TOLMACHIOV, A.Y. (1974) Vvedeniie v heohrafiu rastenii. Leninhrad, Izdatelstvo Leninhradskoho universiteta. (in Russian).

TOLMACHIOV, A.Y. (1986) *Metody sravnitelnoi floristiki i problemy florohezeza*. Novosibirsk, Nauka (in Russian).

ZAVIALOVA, L.V. (2010) Systematychna struktura urbanoflory Chernihova. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 67(1), 71–78 (in Ukrainian).

## ВИДОВИЙ СКЛАД ХИЖИХ ПТАХІВ НА ТЕХНОГЕННИХ ТЕРИТОРІЯХ М. ГОРІШНІ ПЛАВНІ

Роман СОРОКОВЕНКО, Ліана ЛІТВІН

*На гірничодобувних підприємствах можуть зустрічатися різноманітні види хижих птахів, які пристосувалися до життя поруч із людиною. Птахи часто використовують гірничодобувні території для полювання через зміни в екосистемі. Однак важливо зазначити, що інтенсивна гірничодобувна діяльність може впливати на природне середовище і призводити до змін у звичайному життєвому циклі цих птахів. Хижі птахи, які трапляються на техногенних територіях, використовують різноманітні місця для гніздування. Вони адаптуються до трансформованих ділянок та інфраструктури, які можуть забезпечити відмінне місце для гніздування. Адаптація до зміненого середовища гірничодобувної промисловості є ключовою для їхнього успішного розмноження і живлення. Важливо враховувати, що гніздування птахів на гірничодобувних об'єктах може мати як позитивний, так і негативний вплив на цих птахів. З одного боку, створення нових місць для гніздування може збільшити можливості для розмноження. З іншого боку, вплив людської діяльності може створювати такі загрози, як забруднення, шум чи небезпека від промислових процесів. Матеріал зібраний протягом 2022–2023 рр. на території Полтавського гірничо-збагачувального комбінату м. Горішні Плавні. Визначено чисельність та статус хижих птахів досліджуваної ділянки. Під час досліджень маршрутно-точковим методом зареєстровано 13 видів птахів, з них 6 гніздяться на території. З числа виявлених видів птахів до Червоної книги України занесені такі, як: *Milvus migrans*, *Hieraaetus pennatus*, *Aquila pomarina*, *Aquila heliaca*, *Haliaeetus albicilla*. Під охороною Бернської конвенції (Додаток II) знаходяться 53,8% видів, Боннської конвенції (Додаток II) – 15,4% та 30,8% – Вашингтонської конвенції (Додаток II). Проаналізовано вплив екологічних факторів на вибір денними хижаками околиці м. Горішні Плавні території гірничодобувної промисловості.*

**Ключові слова:** хижі птахи, гірничодобувна промисловість, чисельність птахів, охоронний статус, Полтавська область.

Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди, вул. Алчевських, 29, Харків, 61000, Україна; e-mail: [romansr96@hnpu.edu.ua](mailto:romansr96@hnpu.edu.ua); [lianalitvin265@gmail.com](mailto:lianalitvin265@gmail.com)

### **Species composition of predatory birds in the technogenic areas of the city of Gorishni Plavni. Sorokovenko R., Litvin L.**

*On mining enterprises, various species of predatory birds that have adapted to life near human activities can be encountered. Birds often utilize mining territories for hunting due to changes in the ecosystem. However, it is important to note that intensive mining activities can impact the natural environment and lead to changes in the normal life cycle of these birds. Predatory birds found in industrial areas use various locations for nesting. They adapt to disturbed areas and infrastructure that can provide excellent nesting sites. Adaptation to the altered environment of the mining industry is crucial for their successful reproduction and sustenance. It is important to consider that nesting of birds on mining facilities can have both positive and negative effects on these birds. On one hand, creating new nesting sites can increase opportunities for reproduction. On the other hand, the impact of human activities can pose threats such as pollution, noise, or hazards from industrial processes.*

*The material was collected during 2022–2023 within the territory of the Poltava Mining and Beneficiation Plant in Gorishni Plavni. The population and status of birds of prey in the studied area were determined. During the research using the route-point method, 13 bird species were recorded, with 6 of them nesting on the territory. Among the identified bird species, the following are listed in the Red Book of Ukraine: *Milvus migrans*, *Hieraaetus pennatus*, *Aquila pomarina*, *Aquila heliaca*, *Haliaeetus albicilla*. 53.8% of species are protected by the Berne Convention (Annex II), 15.4% by the Bonn Convention (Annex II) and 30.8% by the Washington Convention (Annex II).*

*The impact of ecological factors on the selection of daytime predators in the vicinity of Gorishni Plavni's mining-industrial zone was analyzed. Additionally, literature sources were reviewed, covering studies on birds in the Poltava region.*

**Key words:** birds of prey, mining and processing industry, bird population, conservation status, Poltava region.

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Alchevsky st. 29, Kharkiv, 61002, Ukraine; e-mail: [romansr96@hnpu.edu.ua](mailto:romansr96@hnpu.edu.ua); [lianalitvin265@gmail.com](mailto:lianalitvin265@gmail.com)

## Вступ

Полтавська область розташована в межах ліво-бережного лісостепу України, де найбільш уразливими виявляються степові зооценози, з яких більше половини потребують особливого захисту (Departament ekolohii ta pryrodneykh resursiv 2022).

Основні орнітологічні дослідження в Полтавській області зосереджені в центральних, східних та південних частинах області, а також у районах, що межують із Дніпром та Кременчуцьким водосховищем (Gavrylenko 1929). Заказник «Лучковський», що є частиною ЛРП «Нижняворсклянський», охоплює долину річки Ворскла та її тераси. Територія долини річки Ворскла в районі ландшафтного регіонального парку є значущою для водно-болотних та навколводних птахів як місце для гніздування чи зупинки під час міграції, а саме для: орлана-білохвостого (*Haliaeetus albicilla*), підорлика малого (*Aquila pomarina*), луня очеретяного (*Circus aeruginosus*), зміїєда (*Circaetus gallicus*), шуліки чорного (*Milvus migrans*). Вздовж берегів річки простягається ряд великих лісових зон, представлених як хвойними (на лівому березі), так і широколистяними породами. У цьому районі створено сприятливі умови для існування різноманітних видів (Shurova, Chaplygina 2016, Oskyrko et al. 2017). Гідрогеологічний заказник «Гракове», що має загальнодержавне значення, розташований на прибережній ділянці річки Сули. Ландшафти пониззя Сули є аридними, оскільки вони складаються зі степу, в якому формуються характерні біогеоценози. Територія заказника служить масовим місцем гніздування водно-болотних і лучно-степових видів птахів, включаючи також ті, які є рідкісними (Derevska et al. 2020).

Дослідження екології хижих птахів є одним із перспективних напрямів орнітології, особливо в контексті зростання впливу людської діяльності на природні екосистеми (Verner, Bredbir 2007). Вивчення різноманітних видів хижих птахів, які можуть адаптуватися до змін у перетворених екосистемах, є важливим для розуміння впливу антропогенних факторів на біологічну різноманітність та на еволюційно-екологічні взаємозв'язки в екосистемах (Kuzo, Dubovuk 2016). Наукові дослідження, спрямовані на комплексний аналіз впливу техногенних факторів, стихійних геологічних процесів та змін клімату в природному середовищі, а також на вивчення формування гніздових комплексів з участю рідкісних видів птахів, свідчать про позитивний розвиток процесів рекультивації на техногенних територіях Полтавського

гірничо-збагачувального комбінату (Chaplygina, Litvin 2022; Chaplygina et al. 2023; Dementieva et al. 2023).

Важливу роль у формуванні орнітофауни хижих птахів на техногенних територіях має відповідне зонування, яке визначається відповідно до чинного законодавства та нормативних актів. Такі території, часто розташовані біля великих населених пунктів, включають лісосмуги навколо їхніх периметрів та сільськогосподарські угіддя, що є місцями полювання для хижих птахів (Dementieva et al. 2022). Хижі птахи, які вибирають території неподалік від населених пунктів та сільських ландшафтів, частково проявляють синантропні риси, що свідчить про їх здатність адаптуватися до антропогенних умов і робить їх об'єктом активного наукового дослідження, враховуючи їхню роль у регулюванні чисельності популяцій.

Зміни в складі птахів родини Соколоподібних, що відбулися протягом останнього десятиріччя, вказують на те, що деякі представники цієї групи успішно пристосовуються до антропогенних змін для місць гніздування, але зі збереженням деяких параметрів сприятливих умов для їхнього виживання на території (Milobog 2012). Сучасний стан довкілля та зміни в ландшафтах суттєво впливають на життєвий цикл хижих птахів, включаючи аспекти їх поширення, кормові уподобання, поведінку та звички. Незважаючи на це, хижі птахи на техногенних територіях залишаються недостатньо дослідженими (Kryshtal et al. 2020).

Вивчення цих аспектів не лише поглиблює наше розуміння взаємодії хижих птахів зі зміненим середовищем, але й указує на оптимальні стратегії управління природними ресурсами та охорони біорізноманіття на техногенних територіях.

Мета дослідження полягає у визначенні видового складу хижих птахів, чисельності, статусу перебування птахів та аналізі впливу факторів, що впливають на вибір птахами техногенних територій м. Горішні Плавні.

## Матеріал та методики

Облік птахів проводили впродовж року протягом 2022–2023 рр. на території Полтавського гірничо-збагачувального комбінату (далі – ПГЗК), що розташований на околиці м. Горішні Плавні (Рис. 1). Маршрутні обліки птахів проводили за методикою Д. Хейна (Hayne 1949). Спостереження відбувалися протягом дня. Птахів обліковували візуально та по голосу. Маршрути проходили із середньою швидкістю облікового кроку від 0,7 до 1,9 км/год, по можливості без тривалих зупи-



нок. Ураховувалися всі особини, що зустрічалися на маршруті, із зазначенням дальності виявлення, тобто відстані від обліковця до птаха або групи птахів у той момент, коли вперше звернули увагу. Відстані визначаються візуально та позначається на карті (*OsmAnd*) відміткою, де зареєстрували птаха, та окремо зазначається характер активності особин (сидить, перелітає, летить) і особливості поведінки (співає, турбується, летить з кормом, збирає гніздовий матеріал). Під час дослідження використовували бінокль з 12-кратним збільшенням та фотоапарат Canon 80D з об'єктивом Canon EF 100–400. Для визначення птахів користувалися польовим визначником Г. В. Фесенка і А. А. Бокотея «Птахи фауни України» (Fesenko, Bokotei 2002).

Територія ПГЗК розташована в межах Лівобережного Придніпров'я лісостепової зони України, в долинах р. Дніпро та нижньої течії р. Псел. Ця територія оточена природними, природно-антропогенними та антропогенними екосистемами соснових і заплавних лісів, сухих, засолених і заплавних лук, а також сільськогосподарськими полями, приватними садами і зеленими насадженнями.

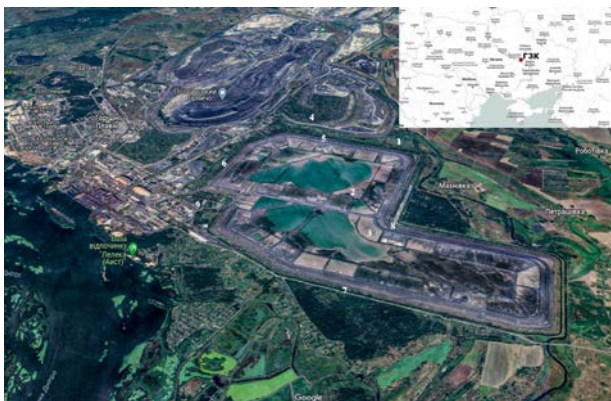


Рис. 1. Розташування району дослідження: 1 – біоінженерні споруди; 2, 3 – відстійники хвостосховища; 4 – відвали; 5, 6, 7, 8 – ділянки дренажного каналу; 9 – очисні споруди

Fig. 1. Location of study area: 1 – biotechnological structures; 2, 3 – tailings ponds; 4 – slopes; 5, 6, 7, 8 – drainage canal sections; 9 – treatment facilities

На території ПГЗК переважають такі техногенні ландшафти, як: комбінат з перероблення залізняку, видобувний кар'єр, відвали порожніх порід, біоінженерні споруди, хвостосховища (відстійники для зберігання відходів перероблення руди), штучні водойми на території комбінату, обвідний і дренажний канали, міські очисні

споруди. Комбінат запущено в експлуатацію у 1970 році. Відновлення техногенної території, що позбавлена рослинності (відвали, кар'єри, промислові споруди, хвостосховища) відбувається з нуля, із занесенням насіння природно (перенесення ссавцями, птахами, вітром) або штучно (працівники висаджують дерева тощо).

Ефективність природної демутації визначається відповідністю екологічних умов техногенних територій, які мають відношення до прилеглих ландшафтів та можливістю поширення їх діаспор або окремих особин на ці території.

### Результати

Під час досліджень на території Полтавського ГЗК зареєстровано 13 видів хижих птахів, які належать до 2 родин та 3 рядів. Переважає ряд Яструбові (*Accipitridae*) 76,9% (n=13). З них 6 видів гніздових, що становить 46,1% від загальної кількості видів (Рис. 2).

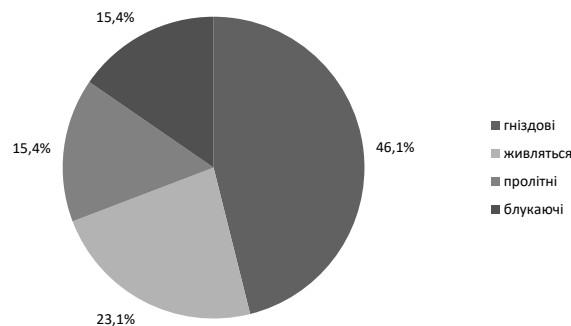


Рис. 2. Статус перебування птахів на території  
Fig. 2. Status of birds' presence on the territory

### Falconiformes, Accipitridae

*Milvus migrans* (Boddaert, 1783) – Шуліка чорний. Рідкісний пролітний вид на території. Регулярно спостерігали птахів над дренажним каналом у бік хвостосховища. У Полтавській області в гніздовий період неодноразово траплявся: в долинах річок Хорол та Псел (Rogovyi 1999); в околицях с. Коновалівка (Chovan, Smoliar 2011); у с. Лучки (Kuzmenko, Kuzmenko 2018); на території НПП «Пирятинський» (Kazannyk, Podobailo 2013); у с. Лазорки Оржицького району (Sharoval 2013a); на околиці м. Лубни (Nankunov 2011); біля автотраси Лубни – Полтава в районі Покровської Богачки і Білоцерковки (Nankunov 2012); під час міграції – у долині річки Ворскла РЛП «Нижньоворсклянський» (Oskyrko et al. 2017); у період гніздування – на околиці смт Нові Санжари, у с. Лелюхівка під час живлення гризуном на льоту, на прольоті на Великому

болоті у с. Маньківка (Verner 2017); в околицях с. Смородщини Чутівського району (Pidlatiuk 2013); у заказнику «Лучківський» Кобеляцького району (Shupova, Chaplygina 2016). Занесений до Червоної книги України та до Червоного списку Полтавської області.

*Circus aeruginosus* (Linnaeus, 1758) – Лунь очеретяний. На території гніздовий, пролітний вид. Траплялися поодинокі особини біля дренажного каналу – 04.06.2022, 14.06.2022, 27.06.2023 та на прольоті над біоінженерними спорудами – 29.06.2023. Ймовірне місце гніздування – діброва біля обвідного каналу. Також у Полтавській області лунь очеретяний був зареєстрований в околицях с. Коновалівка Машівського району (Chovan, Smoliar 2011); на території НПП «Пирятинський» (Kazannyk, Podobailo 2013); у долині річки Ворскла РЛП «Нижньоворсклянський» (Oskyrko et al. 2017); на автотрасі до смт Нові Санжари Полтавського району (Verner 2006); на полюванні в районі Іванківських озер, що межують із НПП «Нижньосульський» (Derevska et al. 2020); в осінній період с. Бугаївка Глобинського району (Gavryliuk et al. 2014); у заказнику «Лучківський» Кобеляцького району (Shupova, Chaplygina 2016); спростерігався на прольоті на околиці с. Лелюхівка, на болоті Ревазовське на околиці с. Руденковка, під час гніздування на Великому болоті, яке знаходиться між селами Руденковка та Мала Перещепина, на прольоті між селами Ключівка, Кунцеве, Балівка, Дубина, Зачепилівка, Жирки, Жуки, Забродки та між селами Старі Санжари, Пристанційне на р. Тагамлик (Verner 2017).

*Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758) – Яструб великий. Гніздовий вид. Траплявся на відвалах комбінату та обвідному каналі. Ймовірне місце гніздування – діброва між дренажним каналом та хвостосховищем. У Полтавській області його спостерігали в Семенівському, Глобинському та Кременчуцькому районах у парках, полезахисних лісосмугах (Rogovyi 1999); у с. Лазорка та в найближчих околицях гніздових ділянок (Sharoval 2013a); у м. Лубни (Nankunov 2012); на місцевості НПП «Пирятинський» у відкритих ландшафтах та на ділянках мішаного лісу (Kazannyk, Mylenko 2013); у с. Забродки, у с. Лелюхівка (Verner 2017); на околицях с. Смородщини Чутівського району (Pidlatiuk 2013); у заказнику «Лучківський» Кобеляцького району (Shupova, Chaplygina 2016).

*Accipiter nisus* (Linnaeus, 1758) – Яструб малий. На комбінаті гніздовий вид. Зареєстрований частіше над обвідним каналом, відвалах ПГЗК. Гніздиться в діброві недалеко від дренажного

каналу та хвостосховища. Як і яструб великий, птах зареєстровано в Семенівському, Глобинському та Кременчуцькому районах у парках, полезахисних лісосмугах (Rogovyi 1999); у м. Лубни (Nankunov 2012); на території НПП «Пирятинський» (Kazannyk, Mylenko 2013); на околиці смт Нові Санжари, у с. Лелюхівка (Verner 2017); в околицях с. Смородщини Чутівського району (Pidlatiuk 2013).

*Buteo lagopus* (Pontoppidan, 1763) – Зимняк (Рис. 3.3). На досліджуваній території – зимуючий вид. Зустрічався один раз – 22.12.2023 під час перельоту над біоінженерними спорудами. Це не рідкісний вид. Трапляється протягом кожної зими, з початку листопада по березень. Зареєстрований в області дослідження в с. Пирого (Rogovyi 1999); у НПП «Пирятинський» (Kazannyk, Mylenko 2013); у с. Лелюхівка (Verner 2017); в околицях с. Смородщини Чутівського району (Pidlatiuk 2013).

*Buteo buteo* (Linnaeus, 1758) – Канюк звичайний (Рис. 3.2). Блукаючий і гніздовий вид. Спостерігали дві особини на західному автовідвалі – 24.06.2023, дві особини – 26.06.2023, 27.06.2023 біля дренажного каналу та на біоінженерних спорудах – 29.06.2023. Гніздова територія – у діброві між хвостосховищем та дренажним каналом. Канюк звичайний – найчисельніший вид серед гніздових денних хижих птахів району досліджень. У Полтавській області спостерігали у с. Устимівка (Rogovyi 1999); у м. Лубни (Nankunov 2012); у с. Смородщина Чутівського району (Pidlatiuk 2013); у НПП «Пирятинський» на полях сільгоспкультур (Kazannyk, Mylenko 2013); на околиці с. Коновалівка (Chovan, Smoliar 2011); у заказнику «Лучківський» Кобеляцького району (Shupova, Chaplygina 2016); у с. Лазорки (Sharoval 2013a).

*Hieraetus pennatus* (Gmelin, 1788) – Орел-карлик. На території є пролітним видом. Зареєстровано один раз під час перельоту над дренажним каналом у бік хвостосховища – 04.06.2022. Був зареєстрований в Полтавській області у с. Нижні Млини (Kuzmenko, Kuzmenko 2018); у с. Лазорки (Sharoval 2013a); у заказнику «Лучківський» Кобеляцького району (Shupova, Chaplygina 2016); у м. Лубни (Nankunov 2012). Вид занесений до Червоної книги України та до Червоного списку Полтавської області.

*Aquila pomarina* С.Л. Brehm, 1831 – Підорлик малий. Рідкісний пролітний вид. Одну особину спостерігали біля обвідного каналу – 02.06.2022. Вид занесений до Червоної книги України та до Червоного списку Полтавської області.

*Aquila heliaca* Savigny, 1809 – Могильник. Рідкісний пролітний вид. Зареєстровано особину на прольоті над хвостосховищем – 26.06.2023. Вид занесений до Червоної книги України.

*Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758) – Орлан-білохвіст (Рис. 3.1). Рідкісний осілий вид. Спостерігали дві особини на прольоті в бік хвостосховища – 04.06.2022, п'ять молодих особин на хвостосховищі – 20.12.2023. Зареєстрований у регіоні у с. Яроші, с. Бугаївка, с. Пирого, с. Власівка (Rogovyi 1999); підчас міграції – у долині річки Ворскла РЛП «Нижньоворсклянський» (Oskyrko et al. 2017); у м. Лубни (Nankunov 2012); у районі Іванківських озер, що межують із НПП «Нижньосульський» (Derevska et al. 2020); між селами Леляки та Усівка відмічено птаха, який летів за течією (Kazannyk, Mylenko 2013). Вид занесений до Червоної книги України та до Червоного списку Полтавської області.

### Falconidae

*Falco vespertinus* Linnaeus, 1766 – Кібчик. Перелітний вид. Спостерігали біля дренажного каналу, очисних споруд, біоінженерних споруд та над західним автовідвалом – 04.06.2022, 29.06.2023, 30.06.2023. В області зустрічалися зграями у с. Устимівка (Rogovyi 1999); у м. Лубни (Nankunov 2011); у НПП «Пирятинський» на полях сільгоспкультури (Kazannyk, Mylenko 2013); у с. Смородщина Чутівського району (Pidlatiuk 2013); на автотрасі Лубни-Полтава між селами Лобачі та Решетилівка, між Прилуками та Пирятином, на околиці Лубен (Nankunov 2012).

*Falco tinnunculus* Linnaeus, 1758 – Боривітер звичайний (Рис. 3.4). Звичайний пролітний, гніздовий вид. Спостерігали біля дренажного каналу в літній період – 14.06.2022, 26.06.2023 та у зимовий – 20.12.2023, 22.12.2023. Також зареєстровано в м. Лубни (Nankunov 2011); на прольоті в районі Іванківських озер, що межують із НПП «Нижньосульський» (Derevska et al. 2020); у гніздовий період на полях між с. Лелюхівка та с. Малий Кобелячек (Verner 2017).

### Strigiformes, Strigidae

*Asio otus* (L. 1758) – Сова вухата. На території осілий гніздовий птах. Ймовірно, гніздиться на відвалах, біля дренажного та обвідного каналів та території комбінату. У регіоні сову зареєстровано в м. Лубни (Nankunov 2011); у с. Лазорки (Sharoval 2013b); у с. Пирого (Rogovyi 1999); у с. Смородщина (Pidlatiuk 2013); у заказнику «Лучківський» Кобеляцького району (Shupova, Chaplygina 2016).



Рис. 3. Різноманітність птахів на територіях:

1 – *Haliaeetus albicilla*, 2 – *Buteo buteo*, 3 – *Buteo lagopus*, 4 – *Falco tinnunculus*

Fig. 3. Diversity of birds in the territories:

1 – *Haliaeetus albicilla*, 2 – *Buteo buteo*, 3 – *Buteo lagopus*, 4 – *Falco tinnunculus*

На території більшість хижих птахів мають природоохоронний статус (Рис. 4). Під охороною Боннської конвенції (Додаток II) 2 види, 7 видів – Бернської конвенції (Додаток II) та 4 види під охороною Вашингтонської конвенції (Додаток II), з них 4 види охороняються на території Полтавської області. Зареєстровано 5 видів птахів, занесених до Червоної книги України (Red Book of Ukraine. Fauna 2009).

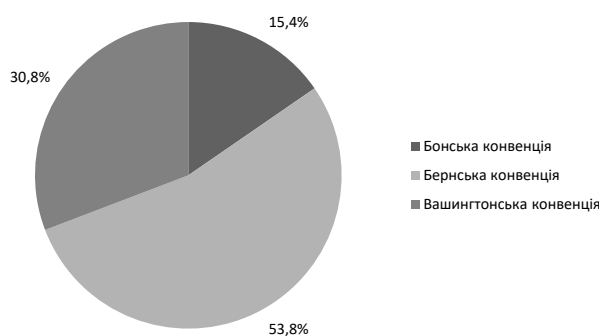


Рис. 4. Розподіл видового різноманіття за охоронним статусом

Fig. 4. Distribution of species diversity by conservation status

На техногенних територіях подібного типу є низка як переваг, так і недоліків. Однією з ключових переваг для птахів є доступність різноманітних джерел корму. На території ПГЗК акумулю-



вана велика кількість дрібних тварин та птахів, які можуть знаходитися в будівлях, на промислових площах, на полях чи біля стоків, що стає стабільним джерелом живлення для хижих птахів. Крім того, на техногенних територіях є ідеальні місця для їхнього гніздування. Споруди, трубопроводи, вишки та інші інфраструктурні елементи є місцем для розміщення гнізд та виведення нащадків. З'являються унікальні умови, де хижі птахи можуть уникати сильної конкуренції та забезпечити собі стабільні умови для виживання.

Також важливо відзначити, що завдяки тепловому випромінюванню від будівель, асфальту та бетону, наявності теплих стоків ці техногенні території є привабливими для птахів, особливо в холодний період року.

Забруднення навколишнього середовища на території ПГЗК негативно впливає на ланцюги живлення хижих птахів. Викиди та виливання токсичних речовин призводять до значного забруднення повітря, що потенційно впливає на якість кормових ресурсів і зон для полювання хижих птахів. Отруйні речовини, накопичуючись у ґрунті та водоймах, впливають на життєвий цикл гризунів, птахів, риб і безхребетних, які входять у раціон хижих птахів, що у свою чергу можуть зменшувати кількість та якість доступних джерел корму. Це впливає на різноманітність видів, популяційні показники та здоров'я хижих птахів. Накопичення токсинів в їхніх організмах може мати негативні наслідки для репродукції та виживання.

Розширення промислових площ та втрата природного середовища можуть призводити до зменшення місць гніздування та основних зон життєдіяльності для хижих птахів. Шум та вібрації від діяльності комбінату можуть стати стресовим чинником для тварин, що впливає на їхню поведінку та розподіл території.

### **Обговорення**

Хижі птахи можуть адаптуватися до різноманітних лісових середовищ як у молодих, так і в старовікових лісах. Деякі розглянуті хижі птахи демонструють гніздування в межах відповідних середовищ існування. Їхня чисельність переважно залежить від наявності достатньої кількості корму (Mamedova et al. 2023). Серед додаткових факторів, які можуть обмежувати їхню чисельність, є відсутність місць для гніздування, міжвидова конкуренція за обмежені ресурси, браконьєрство (Petty 1998; Pesotskaya et al. 2020).

У Полтавській області є місця, де практично відсутні лісові насадження, де зареєстровані лише перелітні або блукаючі хижі птахи (Rogovyi

1999). Аналіз отриманих результатів свідчить про виражене переважання канюка звичайного. Серед субдомінантів виділяють луня очеретяного та боривітра звичайного. Ймовірно, до останніх можна віднести також яструба великого: за останні десять років цей вид практично поширився у всіх лісах степової зони (Vetrov et al. 2001).

Високо спеціалізовані види стають особливо вразливими. Зазвичай причинами зменшення популяції є людський вплив та природні катастрофи. У таких випадках птахи можуть потрапити до Червоної Книги, особливо якщо такі обставини тривають протягом довгого періоду, значно зменшуючи чисельність багатьох видів хижих птахів. Наприклад, популяції орла-могильника (*Aquila heliaca*) суттєво зменшилися та навіть взагалі не реєструються останнім часом, хоча його формально вказують для цього регіону (Fesenko, Bokotei 2002).

З урахуванням результатів проведених досліджень М.І. Гавриленка (Gavrylenko 1929), для Полтавської області відомо лише 32 види Falconiformes. Проте у зв'язку зі значними змінами в екологічних умовах наразі не всі згадані види можна знайти в цей області.

За останні роки в регіоні не було зареєстровано 2 види: *Aquila pomarina*, *Aquila heliaca*, але в нас на території вони були пролітними.

### **Висновки**

Таким чином, можна стверджувати, що територія Полтавського гірничо-збагачувального комбінату є привабливим середовищем для живлення, гніздування та відпочинку хижих птахів, особливо в умовах несприятливої погоди. У зимовий період територія важлива як різноманітний кормовий ресурс, а саме це: гризуни, горобцеподібні птахи, особливо в період обмеженої доступності природного корму. Будівлі та структури електромережі забезпечують птахам місця для гніздування, а географічне розташування та близькість до водойм чи населених пунктів роблять ці території ще більш привабливими. Також промислові об'єкти можуть створювати зони теплового комфорту для птахів у холодний сезон. У період гніздування ця територія служить не лише джерелом корму, але і місцем для будівництва гнізд та відпочинку для птахів.

Незважаючи на привабливість території для хижих птахів, важливо враховувати також і негативний вплив гірничодобувної промисловості на орнітофауну. Серед негативних чинників можна виокремити такі, як: забруднення повітря та води викидами комбінату, можлива наявність токсич-

них речовин у природних ресурсах. Ці чинники можуть призвести до зменшення біорізноманіття, адаптації видів, що становить загрозу для популяцій хижих птахів.

Для глибокого розуміння впливу цих чинників на популяції денних хижих птахів на території гірничодобувної промисловості необхідно провести детальні дослідження, що включатимуть аналіз різноманітності видів, вивчення їхніх звичок, а також вплив техногенних чинників на поведінку та життєвий цикл хижих птахів. З огляду на це ми

можемо розробити оптимальні стратегії управління природними ресурсами та охорони біорізноманіття на техногенних територіях та спрямувати їх для збереження природних екосистем.

#### Подяки

Автори вдячні керівництву ПГЗК за надану можливість доступу до техногенної території, що стало ключовим аспектом наших досліджень. Щиро дякуємо КрНУ імені Остроградського та особисто професору В. В. Никифорову за підтримку та всебічну допомогу.

CHERVONA KNYHA UKRAINY. *Tvarynniyi svit [Red Book of Ukraine. Fauna]* (2009). Globalconsulting, Kyiv (in Ukrainian).

CHAPLYGINA, A.B., LITVIN, L.M. (2022) Osoblyvosti formuvannya ornitokompleksiv vidvaliv Poltavskoho hirnycho-zbahachuvalnoho kombinatu [Features of the formation of ornithocomplexes in the spoil heaps of the Poltava Mining and Processing Plant]. *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Natural Sciences: Projects, Research, Perspectives” on the occasion of the 100th anniversary of the Faculty of Natural Sciences*. Myrhorod, Ukraine, December 15–16, 2022, pp. 94–96 (in Ukrainian).

CHAPLYGINA, A.B., FILATOVA, O.V., LITVIN, L.M., NYKYFOROV, V.V. (2023) The main factors and prospects for the restoration of biodiversity in technogenic territories (on the example of the Poltava Mining and Processing Plant). *Biosystems Diversity*, 31(1), 100–112. DOI: 10.15421/012311

CHOVAN, O.O., SMOLIAR, V.H. (2011) Do kharakterystyky ornitofauny pryrodnykh kompleksiv v okolytsiakh s. Konovalivka Mashivskoho raionu Poltavskoi oblasti [Characterizing the Ornithofauna of Natural Complexes in the Vicinity of the Village of Konovalivka, Mashivsky District, Poltava Region]. *Issues of Reproduction and Conservation of Biodiversity in Ukraine. Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Poltava, Ukraine, April 21–22, 2011, pp. 61–64 (in Ukrainian).

DEMENTIEIEVA, Y.Y., CHAPLYGINA, A.B., KRATENKO, R.I. (2023) Species composition of bird assemblages on wasteland fills in Kharkov Region. *Ornis Hungarica*, 31(1), 48–61. DOI: 10.2478/orhu-2023-0003

DEMENTIEIEVA, Y.Y., MAMEDOVA, Y.P., SOROKOVENKO, R.R., KRYSHAL, A.I. (2022) Znachennia tekhnohennykh landshaftiv dlia khyzhykh ptakhiv [The Importance of Technogenic Landscapes for Birds of Prey]. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International*

*Conference of Young Scientists “Kharkiv Natural Forum”*. Kharkiv, Ukraine, May 19–20, 2022, pp. 164–167 (in Ukrainian).

DEPARTAMENT EKOLOHII TA PRYRODNYKH RESURSIV (2022) *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v poltavskii oblasti u 2021 rotsi* [Regional Report on the State of the Environment in the Poltava Region in 2021]. Poltava. (in Ukrainian). Available from: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Regionalna-dopovid-Poltavskoyi-oblasti-u-2021-rotsi.pdf> (accessed 09.01.2024).

DEREVSKA, K.I., RAK, O.O., KLIESTOV, M.L., BEREST, Z.L. (2020) Problemy zberezhennia oseredkiv bioriznomanittia na Poltavshchyni [Challenges of Preserving Biodiversity Hotspots in Poltava Region. Monitoring and Conservation of Biodiversity in Ukraine]. *Series: “Conservation Biology in Ukraine”*, 16(3), 339–342 (in Ukrainian).

FESENKO, H.V., BOKOTEI, A.A. (2002) *Ptakhyy fauny Ukrainy (poliovyi vyznachnyk)* [Birds of the Fauna of Ukraine (Field Guide)]. Novyi druk, Kyiv (in Ukrainian).

GAVRYLENKO, N.I. (1929) *Ptytsy Poltavshchyny* [Birds of Poltava Region]. Hunters' Union, Poltava. (in Ukrainian).

GAVRYLIUK, M.N., ILIUKHA, O.V., BORYSENKO, M.M. (2014) Stroky sezonnykh mihratsii ptakhiv u raioni Kremenchutskoho vodoshkovyscha u 2003–2012 rr. [Seasonal Migration Timelines of Birds in the Kremenchuk Reservoir Area in 2003–2012]. *In: Avifauna of Ukraine*, pp. 67–81 (in Ukrainian).

HAYNE, D.W. (1949) An examination of strip census method for estimating animal populations. *Journal of Wildlife Management*, 13(2), 145–147. DOI: 10.2307/3796084

KAZANNYK, V.V., MYLENKO, N.M. (2013) Materialy shchodo zymovoi ornitofauny Natsionalnoho pryrodnoho parku “Pyriatynskiyi” [Materials on the Winter Ornithofauna of the National

Natural Park “Piryatynsky”]. *Proceedings of the State Nikitsky Botanical Garden*, 135, 155–163 (in Ukrainian).

KAZANNYK, V.V., PODOBAILO, A.V. (2013) Vodno-bolotni uhiddia Natsionalnoho pryrodnoho parku “Pyriatynskyi”, perspektyvni dlia vnesennia do Ramsarskoho spysku yak vazhlyvi mistsia meshkannia khrebetnykh tvaryn [Wetland Areas of the National Natural Park “Piryatynsky”, Prospective for Inclusion in the Ramsar List as Important Habitats for Vertebrates]. *Conservation Efforts in Ukraine*, 19(1), 8–14 (in Ukrainian).

KRYSHTAL, A., ANDRIUSHCHENKO, L., DEMENTIEIEVA, Ya., SOROKOVENKO, R. (2020) Osoblyvosti formuvannia ornitofauny khyzhykh ptakhiv na polihonakh tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Features of the Formation of Birds of Prey Ornithofauna on Solid Waste Landfills]. *Collection of Materials of the VI International Scientific and Practical Conference “Current Problems of Biology, Ecology, and Chemistry”*. Zaporizhzhia, Ukraine, October 16–17, 2020, pp. 83–84 (in Ukrainian).

KUZMENKO, Yu.V., KUZMENKO, T.M. (2018) Zustrichi vydiv ptakhiv, zanesenykh do Chervonoï knyhy Ukrainy [Encounters of Bird Species Listed in the Red Book of Ukraine]. In: *Materials for the 4th Edition of the Red Book of Ukraine. Animal World. Series: “Conservation Biology in Ukraine”*, 7(1). Institute of zoology of NAS of Ukraine, Kyiv, 394–417 (in Ukrainian).

KUZO, H.O., DUBOVYK, O.A. (2016) Ornitofauna dilianok riznoho typu silskohospodarskoho vykorystannia v peredmisti Lvova [Ornithofauna of Areas with Different Types of Agricultural Land Use in the Suburbs of Lviv]. *Proceedings of the Scientific Conference “State and Biodiversity of Ecosystems of the Shatsky National Natural Park and Other Protected Areas”*, Shatsk, September 8–11, 2011, pp. 49–53 (in Ukrainian).

MAMEDOVA, Y., VOLKOVA, R., CHAPLYGINA, A. (2023) Species and structural diversity of flora and avifauna on the territory of urbanwater treatment facilities. *Studia Biologica*, 17(3), 111–138. DOI: 10.30970/sbi.1703.731

MILOBOG, Yu.V. (2012) *Sokolopodibni (Falconiformes) stepovoi zony Ukrainy: vydovyi sklad, terytorialnyi rozpodil, dynamika chyselnosti ta okhorona [Falcons (Falconiformes) of the Steppe Zone of Ukraine: Species Composition, Territorial Distribution, Population Dynamics, and Conservation]*. Abstract of the Dissertation for the Academic Degree of Candidate of Biological Sciences, Kyiv (in Ukrainian).

NANKYNOV, D.N. (2011) Ptytsy goroda Lubny [Birds of the City of Lubny]. *Russian Ornithological Journal*, 20(666), 1207–1247 (in Russian).

NANKYNOV, D.N. (2012) Putevye zametki o ptitsakh Ukrainy [Travel Notes on Birds of Ukraine]. *Russian Ornithological Journal*, 21(729), 335–349 (in Russian).

NEWTON, I. (1979) *Population ecology of raptors*. SD: Buteo books, Vermillion.

OSKYRKO, O.S., MARUSHCHAK, O.Yu., VASYLIUK, O.V., NEKRASOVA, O.D. (2017) Dolyna richky Vorskla yak perspektyvnyi ob'ekt smaragdovoi merezhi [The Valley of the Vorskla River as a Promising Object of the Emerald Network]. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 15<sup>th</sup> Anniversary of the “Hutsulshchyna” National Nature Park*. Kosiv, Ukraine, June 8–9, 2017, pp. 123–127 (in Ukrainian).

PESOTSKAYA, V.V., CHAPLYGINA, A.B., SHUPOVA, T.V., KRATENKO, R.I. (2020) Fruit and berryplants of forestbelts as a factor of species diversity of ornithofauna during the breeding season and autumn migration period. *Biosystems Diversity*, 28(3), 290–297. DOI: 10.15421/012038

PETTY, S.J. (1998) Ecology and conservation of raptors in forests. *Forestry commission Bulletin 118*, 1–45.

PIDLATIUK, O.Yu. (2013) Vydovyi sklad ornitofauny okolytsi sela Smorodshchyny Chutivskoho raionu Poltavskoi oblasti [Species Composition of the Ornithofauna in the Vicinity of the Village of Smorodshchyna, Chutiv District, Poltava Region]. *Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Poltava, Ukraine, April 18–19, 2013, pp. 64–68 (in Ukrainian).

ROGOVYI, Yu.F. (1999) Khyzhi ptakhy ta sovy dolyny r. Kahamlyk (Poltavska oblast) [Birds of Prey and Owls in the Valley of the Kagalnyk River (Poltava Region)]. *Berkut*, 8(1), 110–112 (in Ukrainian).

SHAPOVAL, A.P. (2013a) Letnie vstrechi khishchnykh ptits v zapadnoi chasti Poltavskoi oblasti [Summer Encounters of Birds of Prey in the Western Part of Poltava Region]. *Russian Ornithological Journal*, 22(941), 3163–3166 (in Russian).

SHAPOVAL, A.P. (2013b) Materyaly po hnezdovanyiu ushastoi sovy *Asio otus* v okrestnostiakh sela Lazorky (zapad Poltavskoi oblasti) [Materials on the Nesting of the Long-Eared Owl (*Asio otus*) in the Vicinity of the Village of Lazorki (Western Poltava Region)]. *Russian Ornithological Journal*, 22(843), 288–290 (in Russian).

SHUPOVA, T.V., CHAPLYGINA, A.B. (2016) Ornitofauna zakaznyku zahalnodierzhavnoho



znachennia “Luchkivskiy” [The avifauna of the reserve of national importance “Luchkivskiy”]. *The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series: biology*, 26, 148–156 (in Ukrainian).

VERNER, V.V. (2006) Osoblyvosti biotopichnoho ta vysotnoho rozpodilu aktyvnosti lunia ocheretianoho (*Circus aeruginosus*) u stepovomu Prydniprovi [Features of the Biotope and Altitudinal Distribution of the Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*) Activity in the Steppe Dnieper Region]. *Bulletin of Dnipropetrovsk University*, 3, 34–37 (in Ukrainian).

VERNER, V.V. (2017) Khyshchnye ptytsy Pryvorskliia [Birds of Prey in the Pryvorskliya Region]. Regional Aspects of Floristic and Faunistic Research, *Proceedings of the Fourth International Scientific and Practical Conference*. Chernivtsi, Ukraine, April 28–29, 2017, pp. 41–44 (in Ukrainian).

VERNER, V.V., BREDBIR, P. (2007) Kharakterystyka fauny dennikh khyzhykh ptakhiv Dnipropetrovskoi oblasti [Characteristic of the diurnal birds of prey in the Dnipropetrovsk region]. *Bulletin of Dnipropetrovsk University*, 15(1), 15–20 (in Ukrainian).

VETROV, V.V., MILOBOG, Yu.V., STRYGUNOV, V.I. (2001) Obliky khyzhykh ptakhiv na pivnochi Pravoberezhnoho stepu Ukrainy [Records of Birds of Prey in the Northern Right-Bank Steppe of Ukraine]. *Proceedings of the All-Ukrainian Zoological Conference “Zoological Studies at the Turn of Millennia”*. Kryvyi Rih, Ukraine, 2001, pp. 113–114 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31812/0564/1514>

## БАЗА ДАНИХ ROUA

Христина ЩУБЕЛКА<sup>1,2</sup>, Валтер ВОЛФСБЕРГЕР<sup>1</sup>, Ольга Т. ОЛЕКСИК<sup>4</sup>, Ярослава ГАСИНЕЦЬ<sup>2</sup>, Сільвія ПАЦКУН<sup>3</sup>, Михайло ВАКЕРИЧ<sup>2,6</sup>, Роман КІШ<sup>2</sup>, Віолета МІРУТЕНКО<sup>2</sup>, Владислав МІРУТЕНКО<sup>2</sup>, Коралія Адіна КОТОРАЧІ<sup>5</sup>, Калін ПОП<sup>5</sup>, Олімпія НЕАГУ<sup>5</sup>, Корнель БАЛТЕ<sup>5</sup>, Хільдегарда ГЕРМАН<sup>5</sup>, Паула МАРЕ<sup>5</sup>, Сімона ДУМІТРА<sup>5</sup>, Горациу ПАПІУ<sup>5</sup>, Анка ГЕРМЕНЕАН<sup>5</sup>, Тарас К. ОЛЕКСИК<sup>1,2</sup>

*В статті представлений багаторівневий ресурс даних, що надає результати двох популяцій з регіону Карпатських гір, зокрема Закарпаття в Україні та провінцій Сату Маре та Бая Маре в Румунії, малодосліджених раніше в популяційній геноміці. База даних містить як сирі, так і анотовані файли повногеномних послідовностей від 300 осіб із цих регіонів, включаючи анотації загальних та унікальних генетичних варіантів, згідно з протоколом вибірки, розробленим для захоплення генетичної різноманітності українців та румунів, включаючи меншинні групи, як-от волохи та роми. Дані розміщено на спеціалізованому веб-ресурсі. Надано інформацію про те, як отримати доступ до результатів первинного та вторинного аналізу даних, включаючи порівняльний аналіз з раніше опублікованими популяціями з України, а також популяціями з Міжнародного Ресурсу Геномних Зразків (IGSR) та Проекту Різноманітності Людського Геному (HGDP). Вільний доступ до цієї бази даних для досліджень сприяє щораз більшому розумінню генетичної різноманітності людей у Центральній Європі. Ця робота підкреслює потенціал для повторного використання отриманих даних, виступаючи за відкритий доступ для підтримки майбутніх досліджень у геноміці, біоінформатиці та персоналізованій медицині.*

**Ключові слова:** повногеномне секвенування, Карпати, Україна, Румунія, біоінформатика, геноми.

<sup>1</sup>Відділ біологічних наук, Оклендський університет, Рочестер, Мічиган 48309, США;

<sup>2</sup>Біологічний факультет, Ужгородський національний університет, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: [khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua](mailto:khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua);

<sup>3</sup>Медичний факультет № 2, Ужгородський національний університет, Ужгород, 88000, Україна;

<sup>4</sup>Закарпатська обласна клінічна лікарня імені А. Новака, Ужгород, 88000, Україна;

<sup>5</sup>«Vasile Goldiș» Західний університет Арада, 94–96, Revoluției Bld., Арад, 310025, Румунія;

<sup>6</sup>Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, Слов'янська наб., 25, Ужгород, 88000, Україна.

**ROUA Database. Shchubelka K.<sup>1,2</sup>, Wolfsberger W.<sup>1</sup>, Oleksyk O.T.<sup>4</sup>, Hasynets Ya.<sup>2</sup>, Patskun S.<sup>3</sup>, Vakerych M.<sup>2,6</sup>, Kish R.<sup>2</sup>, Mirutenko V.<sup>2</sup>, Mirutenko V.I.<sup>2</sup>, Cotoraci C.A.<sup>5</sup>, Pop C.<sup>5</sup>, Neagu O.<sup>5</sup>, Baltă C.<sup>5</sup>, Herman H.<sup>5</sup>, Mare P.<sup>5</sup>, Dumitra S.<sup>5</sup>, Papiu H.<sup>5</sup>, Hermenean A.<sup>5</sup>, Oleksyk T.<sup>1,2</sup>**

*We present a multi-layered data source, providing the results of Whole Genome Sequencing of two human populations in the Carpathian Mountains region, specifically Ukraine's Transcarpathia and Romania's Satu Mare and Baia Mare provinces, areas previously underexplored in population genomics. The database contains the raw and annotated files of the whole genome sequences from 300 individuals from these regions, including annotations of common and unique genetic variants following a sampling protocol designed to capture the genetic diversity of Ukrainians and Romanians, including minority groups like Wallachians and Roma. The data is hosted on a dedicated web resource. We provide information on how to access to results of primary and secondary analysis of the data, including comparative analysis with previously published populations from Ukraine, and populations from International Genome Sample Resource and Human Genome Diversity Project. The free research access to this database is contributing to growing understanding of human genetic diversity in Central Europe. This effort emphasizes the potential for reuse of the generated data, advocating for open access to support future research in genomics, bioinformatics, and personalized medicine.*

**Key words:** Whole Genome Sequencing, Carpathians, Ukraine, Romania, bioinformatics, genomes

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Oakland University, Rochester, MI 48309, USA.

<sup>2</sup>Faculty of Biology, Uzhhorod National University, Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: [khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua](mailto:khrystyna.shchubelka@uzhnu.edu.ua);

<sup>3</sup>Faculty of Medicine #2, Uzhhorod National University, Uzhhorod, 88000, Ukraine;

<sup>4</sup>A. Novak Transcarpathian Regional Clinical Hospital, Uzhhorod, 88000, Ukraine;

<sup>5</sup>"Vasile Goldiș" Western University of Arad, 94-96, Revoluției Bld., Arad 310025, Romania;

<sup>6</sup>Transcarpathian scientific research expert and forensic center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Slovianska nab., 25, Uzhhorod, 88000, Ukraine.

## Вступ

База даних містить послідовності цілого геному 300 осіб із двох сучасних популяцій, які проживають у регіоні Карпатських гір на міжнародному кордоні між Україною та Румунією, зокрема в Закарпатській області України та в провінціях Сату Маре та Бая Маре Румунії, це райони, які раніше були недостатньо представлені в геномних базах даних. База даних знаходиться на спеціалізованому вебпорталі, який містить інші матеріали, пов'язані з проектом «Партнерство в геномних дослідженнях в Україні та Румунії», виконаним українськими та румунськими партнерами за підтримки Спільної операційної програми Румунія–Україна через Європейський інструмент сусідства (ENI). Портал також надає детальні описи проекту, типи доступних даних та форму для запиту доступу до даних на різних етапах аналітичного процесу.

Процес відбору зразків для дослідження було схвалено Інституційною радою з етики Ужгородського національного університету, а медичні фахівці з певних регіонів наглядали за збором крові в лікарнях. Здорових добровольців було запрошено до участі через оголошення для інтерв'ю в амбулаторних установах, де вони надавали інформовану згоду на публічну доступність своїх даних і заповнювали анкету про своє походження та медичну історію. Усі особисті ідентифікатори було анонімізовано після збору, а зразки маркувалися унікальними кодами. Зразки крові збирали в пробірки з ЕДТА, відправляли в сертифіковану лабораторію для екстракції ДНК, а будь-який надлишок зберігався в біобанку Ужгородського національного університету.

Загалом 300 учасників надали зразки, які було проаналізовано на платформі DNBSEQ-G50. Дані секвенування оброблялися за допомогою розробленого нами високопродуктивного обчислювального конвеєра *PopGen Playground (PGP)* (Wolfsberger 2023), зчитування вирівнювалися з референтним геномом людини GRCh38 і підготовлювалися для виклику варіантів та їх аналізу. Отримана база даних поєднує результати секвенування цілого геному (WGS) та результати первинного та вторинного аналізу. Сирі послідовності зчитувань для кожного зразка в популяціях зберігаються в архівованому форматі FASTQ. Підсумкова статистика секвенування представлена в Таблиці 1.

У базі також представлено результати порівняльних аналізів даних української та румунської популяції зі зразками інших євразійських популяцій, отриманими від Міжнародного ресурсу геномних зразків та Проекту різноманітності людського геному (International Genome Sample Resource and Human Genome Diversity Project) (Bergström et al. 2020, Fairley et al. 2020). Ці бази даних містять табличні та графічні результати аналізу принципних компонентів (PCA), аналізу генетичного змішування та попарного точного тесту Фішера (FET) щодо частот алелів для кожної пари включених популяцій. Крім того, ми надаємо доступ до оброблених та відфільтрованих файлів формату виклику варіантів, що містять потенційно клінічно значущі алелі, з інтегрованими анотаціями бази даних *ClinVar* (Landrum et al. 2018). Дані аналізу включають функціонально анотовані файли формату виклику варіантів (VCF), які були оброблені з використанням адаптованого

Таблиця 1. Зведена статистика секвенування та властивості сирих файлів послідовностей від 300 осіб із двох сучасних людських популяцій, що проживають у Карпатському регіоні в прикордонні між Україною та Румунією: Закарпаття в Україні та провінції Сату Маре та Бая Маре в Румунії

Table 1. Summary of sequencing statistics and properties of raw sequence files from 300 individuals from two modern human populations living in the Carpathian region on the border between Ukraine and Romania: Transcarpathia in Ukraine and the provinces of Satu Mare and Baia Mare in Romania

Популяція	К-сть зразків	Довжина зчитувань, bp	Всього зчитувань (середнє)	Всього нуклеотидів (середнє)	Якість Q20 (середнє %)
Українці на Закарпатті	150	150	666,990,234	100,046,395,519	97.75
Румуни в Сату Маре та Бая Маре	150	150	674,134,737	101,120,210,556	96.28



конвеєра найкращих практик GATK. Зведену статистику файлів VCF наведено в Таблиці 2. Набір даних включає геноми 300 осіб із двох сучасних людських популяцій, що проживають у регіоні Карпатських гір на міжнародному кордоні між Україною та Румунією: 150 зразків із Закарпаття України (UA150) та 150 зразків – із провінцій Сату Маре та Бая Маре Румунії (RO150).

#### Контекст

Регіон Карпатських гір у Східній Європі, включаючи Закарпаття в Україні, та провінції Сату Маре та Бая Маре в Румунії, був малодосліджений з точки зору популяційної геноміки, незважаючи на свою багату історію та етнічну різноманітність (Oleksyuk et al. 2022). Соціоекономічна залежність регіону від сільського господарства та нижчі рівні індустріалізації порівняно з іншими районами України та Румунії диктують специфіку структури цих популяцій і створили потенціал для збереження цінних геномних варіантів. Попередні дослідження в регіоні в основному зосереджу-

валися на мітохондріальних гаплогрупах, але не включали всебічний аналіз на рівні всього геному. Виявлення унікальних генетичних варіантів у цих культурно та географічно значущих регіонах сприятиме розумінню генетичної різноманітності людей у Центральній Європі та розширить попередньо опубліковані 97 зразків WGS, отриманих в Україні (Oleksyuk et al. 2021).

Нова база даних містить індивідуальний та популяційний аналіз 300 повністю просеквенованих осіб із Закарпаття, Сату Маре та Бая Маре. Це дослідження, фінансоване Європейським Союзом у рамках Спільної операційної програми Румунія-Україна 2014–2020 (Грант ENI CBC-2SOFT/1.2/48), було проведено у співпраці між дослідниками прикордонних регіонів між Румунією та Україною.

#### Матеріал та методи

Процедура відбору зразків отримала схвалення від Інституційної комісії з перегляду (IRB) Ужгородського національного університету

Таблиця 2. Огляд анотації набору даних із 300 геномів

Table 2. Overview of annotation of a dataset of 300 genomes

Функціональна Анотація (кількість ефектів за регіоном геному)				
Type (alphabetical order)	RO150		UA150	
	Count	Percent	Count	Percent
Downstream regions	7,576,139	5.55%	8,694,629	9.51%
Exons	1,796,755	1.32%	1,403,258	1.54%
Genes	943	0.00%	2,352	0.00%
Intergenic Regions	11,380,842	8.34%	10,108,582	11.06%
Introns	105,645,185	77.37%	61,663,007	67.47%
Splice site acceptors	7,386	0.01%	5,326	0.01%
Splice site donors	6,336	0.01%	5,338	0.01%
Splice site regions	169,779	0.12%	107,995	0.12%
Transcripts	334,150	0.25%	4,810	0.01%
Upstream regions	7,495,661	5.49%	8,744,166	9.57%
3' UTR regions	1,662,611	1.22%	508,075	0.56%
5' UTR regions	461,771	0.34%	142,714	0.16%
Функціональна Анотація (кількість ефектів за ступенем впливу)				
Type	RO150		UA150	
	Count	Percent	Count	Percent
High	41,966	0.03%	23,203	0.03%
Low	663,955	0.49%	300,938	0.33%
Moderate	575,400	0.42%	224,767	0.25%
Modifier	135,256,237	99.06%	90,841,344	99.40%
Тип і кількість варіантів				
Type	RO150		UA150	
	Total		Total	
SNP	17,884,931		18,704,768	
Ins	2,607,813		2,938,616	
Del	2,573,906		3,429,057	
Total	23,066,650		25,072,441	

(Протокол № 1 від 18.09.2018 р.). Відбір учасників проводився з метою захоплення генетичної різноманітності українців у всіх районах Закарпаття (Закарпатська область) та румунів у провінціях Сату Маре та Бая Маре. Крім того, були включені генетичні зразки від груп національних меншин, зокрема волохів та ромів.

Медичні фахівці Закарпаття та провінцій Сату Маре та Бая Маре в Румунії були залучені для нагляду за збором крові в лікарнях. Здорових осіб, які на той момент не перебували в лікарнях, залучали через оголошення та запрошували на співбесіди в амбулаторні установи. Під час цих сесій учасникам роз'яснювали цілі дослідження та процес відбору проб, надаючи інформовану згоду на публічну доступність їх геномної та фенотипічної інформації. Учасники також заповнювали анкету, деталізуючи своє походження, місця народження бабусь та дідусів (коли відомо), стать та деякі фенотипічні ознаки, включаючи коротку історію здоров'я. Документація про згоди та співбесіди зберігається на біологічному факультеті Ужгородського Національного Університету. Після співбесіди та збору зразків особисті ідентифікатори були видалені, а самі зразки потім маркувалися унікальним буквено-цифровим кодом та штрих-кодом, забезпечуючи анонімність у всіх подальших аналізах та публікаціях.

Після завершення співбесіди сертифікований медичний працівник забирав зразок цільної крові у дві пробірки по 5 мл з ЕДТА, кожна з яких маркувалася штрих-кодом, і відправлялася в сертифіковану біомедичну лабораторію на сухому льоду для негайного виділення ДНК після отримання. Будь-яка зайва кров та зразки ДНК після генетичного аналізу зберігаються замороженими в біобанку біологічного факультету Ужгородського національного університету (Україна) та в Західному університеті «Василе Голдіш» в Арадї (Румунія).

Для всіх 300 зразків ДНК була виділена в лабораторії молекулярної генетики Ужгородського національного університету за допомогою набору для очищення ДНК Monarch (New England Biolabs, Inc., Rowley, MA, США) для екстракції геномної ДНК з оригінальних заморожених зразків цільної крові. Приблизно 1 мкг геномної ДНК фрагментувалося за допомогою Covaris (Woburn, Massachusetts) і підготовлювалося для секвенування на платформі DBNSEQ-G50 в BGI-Copenhagen (Данія).

Усі особи в цьому дослідженні були секвенувані за допомогою DNBSEQ-G50. Дані секвенування, отримані на цій платформі для 300 зразків, були вирівняні з референтним геномом людини

GRCh38 за допомогою BWA-MEM (Версія: 0.7.16a-r1181). Визначення варіантів проводилося відповідно до найкращих практик GATK (Depristo et al. 2011), використовуючи конвеєр *PopGen Playground (PGP)*, адаптований нами з каталогу робочих процесів *Snakemake* (Köster et al. 2021) і розміщений на GitHub (<https://github.com/valerpok/dna-seq-gatk-variant-calling>). Визначення варіантів проводилося у двох окремих партіях (150 українців і 150 румунів) і потім об'єднувалося для подальшого аналізу.

Файли варіантів послідовностей анотувалися за допомогою програмного забезпечення SNPEff (SNPEff, RRID:SCR\_005191) (Cingolani et al. 2012) із застосуванням бази даних анотацій довідників GRCh38. Ми використали базу даних *Clivar* (Landrum et al. 2016) та каталог GWAS (Sollis et al. 2023) для анотації медично значимих та функціональних варіантів за допомогою інструменту *snpSift*.

База даних містить інформацію про генетичну різноманітність та змішування популяцій. Для проведення аналізу основних компонентів (PCA) ми об'єднали геномні дані з нашого дослідження з європейськими зразками з проекту 1000 геномів (1KG) та Проекту різноманітності людського геному (Human Genome Diversity Project або HGDP (Fairley et al. 2020). Аналіз проводився за допомогою *Eigensoft* (Price et al. 2006). Після генотипування, фільтрації за швидкістю та обрізання за зв'язком з нерівновагою зчеплення залишилося 677 зразків з 208 945 варіантами. PCA візуалізувалася за допомогою *Python* з бібліотеками *pandas*, *matplotlib* та *seaborn*, за винятком двох викидів. Для проведення аналізу структури популяції на основі моделі з використанням того ж набору даних ми використовували програмне забезпечення ADMIXTURE (Alexander et al. 2009). Ми визначили оптимальний параметр K як 3 шляхом 10-кратної перехресної перевірки, що відповідає нашим попереднім результатам з проекту WGS в Україні. Графіки структури популяції створювалися за допомогою мови *Python*, включаючи зразки з баз даних IGSR та HGDP.

**Потенціал повторного використання та доступність даних.** База даних надає вільний доступ до геномних даних для дослідників у Європі та за її межами й заповнює важливу прогалину в нашому розумінні геномної різноманітності та історії популяцій. Ця база даних дотримується філософії відкритого доступу, з даними, що надаються за запитом для досліджень. Дані, розміщені на вебресурсі Ужгородського національного університету (<https://genomes.uzhnu.edu>).

ua/), стануть унікальним джерелом для майбутніх досліджень у галузі геноміки, біоінформатики та персоналізованої медицини.

Дані з повними інструкціями щодо використання бази даних ROUA, додаткові матеріали, включаючи протоколи збору, інформовані згоди та рішення Інституційної комісії з перегляду (IRB) Ужгородського національного університету (Протокол № 1 від 18.09.2018), доступні через веб-портал: <https://genomes.uzhnu.edu.ua/>.

#### Фінансування

Фінансування проекту було надано проектом 2SOFT/1.2/48 «Партнерство для геномних дослі-

джень в Україні та Румунії» Спільної операційної програми Румунія-Україна через Європейський інструмент сусідства («Partnership for Genomic Research in Ukraine and Romania» by the Joint Operational Programme Romania-Ukraine, through the European Neighbourhood Instrument (ENI)).

#### Подяки

База даних ROUA є частиною розвивальної інфраструктури для біоінформатики в Україні. Ми дякуємо всім учасникам BioinformaticsForUkraine.com та Консорціуму різноманітності геномів в Україні, які працювали з нами над розробленням інструментів для цього проекту.

ALEXANDER, D.H., NOVEMBRE, J., LANGE, K. (2009) Fast model-based estimation of ancestry in unrelated individuals. *Genome Research*, 19(9), 1655–1664. DOI: 10.1101/gr.094052.109

BERGSTRÖM, A., MCCARTHY, S.A., HUI, R., ALMARRI, M.A., AYUB, Q., DANECSEK, P., CHEN, Y., FELKEL, S., HALLAST, P., KAMM, J., BLANCHÉ, H., DELEUZE, J.F., CANN, H., MALLICK, S., REICH, D., SANDHU, M.S., SKOGLUND, P., SCALLY, A., XUE, Y., DURBIN R., TYLER-SMITH, C. (2020) Insights into human genetic variation and population history from 929 diverse genomes. *Science*, 367(6484):eaay5012. DOI: 10.1126/science.aay5012

CINGOLANI, P., PLATTS, A., WANG, L.L., COON, M., NGUYEN, T., WANG, L., LAND, S.J., LU, X., RUDEN, D. M. (2012) A program for annotating and predicting the effects of single nucleotide polymorphisms, SnpEff: SNPs in the genome of *Drosophila melanogaster* strain w1118; iso-2; iso-3. *Fly*, 6(2), 80. DOI: 10.4161/FLY.19695

DEPRISTO, M.A., BANKS, E., POPLIN, R., GARIMELLA, K.V., MAGUIRE, J.R., HARTL, C., PHILIPPAKIS, A.A., DELANGEL, G., RIVAS, M.A., HANNA, M., MCKENNA, A., FENNEL, T.J., KERNYTSKY, A.M., SIVACHENKO, A.Y., CIBULSKIS, K., GABRIEL, S.B., ALTSHULER, D., DALY, M.J. (2011) A framework for variation discovery and genotyping using next-generation DNA sequencing data. *Nature Genetics*, 43(5), 491–498. DOI: 10.1038/ng.806

FAIRLEY, S., LOWY-GALLEGU, E., PERRY, E., FLICEK, P. (2020) The International Genome Sample Resource (IGSR) collection of open human genomic variation resources. *Nucleic Acids Research*, 48(D1), D941–D947. DOI: 10.1093/NAR/GKZ836

KÖSTER, J., MÖLDER, F., JABLONSKI, K.P., LETCHER, B., HALL, M.B., TOMKINS-TINCH, C.H., SOCHAT, V., FORSTER, J.,

LEE, S., TWARDZIOK, S.O., KANITZ, A., WILM, A., HOLTGREWE, M., RAHMANN, S., NAHNSEN, S. (2021) Sustainable data analysis with Snakemake. *F1000Research*, 10, 33. DOI: 10.12688/f1000research.29032.2

LANDRUM, M.J., LEE, J.M., BENSON, M., BROWN, G., CHAO, C., CHITIPIRALLA, S., GU, B., HART, J., HOFFMAN, D., HOOVER, J., JANG, W., KATZ, K., OVETSKY, M., RILEY, G., SETHI, A., TULLY, R., VILLAMARIN-SALOMON, R., RUBINSTEIN, W., MAGLOTT, D.R. (2016) ClinVar: public archive of interpretations of clinically relevant variants. *Nucleic Acids Research*, 44(D1), D862–D868. DOI: 10.1093/nar/gkv1222

LANDRUM, M.J., LEE, J.M., BENSON, M., BROWN, G.R., CHAO, C., CHITIPIRALLA, S., GU, B., HART, J., HOFFMAN, D., JANG, W., KARAPETYAN, K., KATZ, K., LIU, C., MADDIPATLA, Z., MALHEIRO, A., MCDANIEL, K., OVETSKY, M., RILEY, G., ZHOU, G., HOLMES, J.B., KATTMAN, B.L., MAGLOTT, D.R. (2018) ClinVar: improving access to variant interpretations and supporting evidence. *Nucleic Acids Research*, 46(D1), D1062–D1067. DOI: 10.1093/nar/gkx1153

OLEKSYK, T.K., WOLFSBERGER, W.W., SCHUBELKA, K., MANGUL, S., O'BRIEN, S.J. (2022) The Pioneer Advantage: Filling the blank spots on the map of genome diversity in Europe. *GigaScience*, 11, 1–7. DOI: 10.1093/GIGASCIENCE/GIAC081

OLEKSYK, T.K., WOLFSBERGER, W.W., WEBER, A.M., SHCHUBELKA, K., OLEKSYK, O.T., LEVCHUK, O., PATRUS, A., LAZAR, N., CASTRO-MARQUEZ, S.O., HASYNETS, Y., BOLDYZHAR, P., NEYMET, M., URBANOVYCH, A., STAKHOVSKA, V., MALYAR, K., CHERVYAKOVA, S., PODOROHA, O., KOVALCHUK, N., RODRIGUEZ-FLORES, J.L., ZHOU, W., MEDLEY, S., BATTISTUZZI, F., LIU, R.,



- HOU, Y., CHEN, S., YANG, H., YEAGER, M., DEAN, M., MILLS, R.E., SMOLANKA, V. (2021) Genome diversity in Ukraine. *GigaScience*, 10(1), 1–14. DOI: 10.1093/GIGASCIENCE/GIAA159
- PRICE, A.L., PATTERSON, N.J., PLENGE, R.M., WEINBLATT, M.E., SHADICK, N.A., REICH, D. (2006) Principal components analysis corrects for stratification in genome-wide association studies. *Nature Genetics*, 38(8), 904–909. DOI: 10.1038/ng1847
- SOLLIS, E., MOSAKU, A., ABID, A., BUNIELLO, A., CEREZO, M., GIL, L., GROZA, T., GÜNEŞ, O., HALL, P., HAYHURST, J., IBRAHIM, A., JI, Y., JOHN, S., LEWIS, E., MACARTHUR, J.A.L., MCMAHON, A., OSUMI-SUTHERLAND, D., PANOUTSOPOULOU, K., PENDLINGTON, Z., RAMACHANDRAN, S., STEFANCSIK, R., STEWART, J., WHETZEL, P., WILSON, R., HINDORFF, L., CUNNINGHAM, F., LAMBERT, S.A., INOUE, M., PARKINSON, H., HARRIS, L.W. (2023) The NHGRI-EBI GWAS Catalog: knowledgebase and deposition resource. *Nucleic Acids Research*, 51(D1), D977–D985. DOI: 10.1093/NAR/GKAC1010
- WOLFSBERGER, W.W. (2023) *PopGen Playground* (0.1). Available from: [https://github.com/wwolfsberger/OU\\_popgen\\_playground](https://github.com/wwolfsberger/OU_popgen_playground) (accessed 10.11.2023).

## НОТАТКИ

## РЕЦЕНЗЕНТИ / REVIEWERS

Редакційна колегія «Наукового вісника Ужгородського університету, Серія Біологія» висловлює подяку рецензентам рукописів для №№ 54 і 55, 2023 р.

The Editorial Board of the Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology expresses its gratitude to the reviewers of manuscripts in 2023, issues 54, 55.

Підготувати ці випуски нам допомогли:

Олена БУЛАХ, *Україна*

Андрій БОКОТЕЙ, *Україна*

Михайло ВАКЕРИЧ, *Україна*

Максим ВИСОЧИН, *Україна*

Світлана ГАПОН, *Україна*

Мирослава ДЕМЧИНСЬКА, *Україна*

Юрій КАНАРСЬКИЙ, *Україна*

Роман КІШ, *Україна*

Олександра КОЗАК, *Україна*

Федір КУРТЯК, *Україна*

Микола КУХТИН, *Україна*

Ольга МАТІЄГА, *Україна*

Владислав МІРУТЕНКО, *Україна*

Людмила РЯБОВОЛ, *Україна*

Юліанна САВКА, *Україна*

Оксана СТАНКЕВИЧ-ВОЛОСЯНЧУК, *Україна*

Ольга ЦАРЕНКО, *Україна*

Мирослав ШЕВЕРА, *Україна*

Христина ЩУБЕЛКА, *Україна*

The following colleagues helped to prepare these issues:

Olena BULAKH, *Ukraine*

Andrii BOKOTEI, *Ukraine*

Mykhailo VAKERYCH, *Ukraine*

Maksym VYSOCHYN, *Ukraine*

Svitlana HAPON, *Ukraine*

Myroslava DEMCHYNSKA, *Ukraine*

Yurii KANARSKYI, *Ukraine*

Roman KISH, *Ukraine*

Oleksandra KOZAK, *Ukraine*

Fedir KURTIK, *Ukraine*

Mykola KUKHTYN, *Ukraine*

Olha MATIIEHA, *Ukraine*

Vladyslav MIRUTENKO, *Ukraine*

Liudmyla RIABOVOL, *Ukraine*

Yulianna SAVKA, *Ukraine*

Oksana STANKIEWICZ-VOLOSIANCHUK, *Ukraine*

Olha TSARENKO, *Ukraine*

Myroslav SHEVERA, *Ukraine*

Khrystyna SHCHUBELKA, *Ukraine*