

**Науковий вісник
Ужгородського університету**

СЕРІЯ Біологія
ВИПУСК 60 (2026)

Видається з 1994 року



Видавничий дім
«Гельветика»
2026

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Олексик Тарас Хомич – доктор філософії, доцент факультету біологічних наук,

Оклендський університет, США

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8148-3918>

ЧЛЕНИ РЕДКОЛЕГІЇ:

Бойко Надія Володимирівна – доктор біологічних наук, професор, завідувачка кафедри медико-біологічних дисциплін, Ужгородський національний університет, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2467-7513>

Будзанівська Ірина Геннадіївна – доктор біологічних наук, професор, завідувачка кафедри вірусології, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2538-7312>

Гасинець Ярослава Степанівна – кандидат біологічних наук, доцент, декан біологічного факультету, Ужгородський національний університет, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4325-4695>

Загороднюк Ігор Володимирович – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник, Інститут еволюційної екології Національної академії наук України, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-133X>

Куріна Олаві – доктор наук, професор, професор кафедри біорізноманіття та природного туризму, Естонський університет природничих наук, Естонія
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4858-4629>

Мірутенко Владислав Валентинович – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри ентомології та збереження біорізноманіття, Ужгородський національний університет, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3845-5003>

Нодь Мелінда – доктор філософії, професор кафедри біології, проректор з акредитації та забезпечення якості освіти, Університет Яноша Сейє, Словаччина
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-3055>

Порачова Янка – доктор наук, професор, декан факультету гуманітарних і природних наук, Пряшівський університет, Словаччина
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1330-3513>

Радченко Олександр Григорович – доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу систематики ентомофагів та екологічних основ біометоду, Інститут зоології імені І.І. Шмальгаузена Національної академії наук України, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8850-0530>

Симочко Людмила Юріївна – кандидат біологічних наук, доцент, науковий співробітник, Університет Коїмбри (Португалія), Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-3172>

Ткач Василь – доктор біологічних наук, професор, професор відділу біології, Університет Північної Дакоти, США ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5084-7566>

Шиндер Олександр Іванович – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1146-0873>

ISSN 2075-0846

Scientific Bulletin of the Uzhhorod University.
Series Biology. – 2026. – Issue 60. – 276 pp.

EDITOR-IN-CHIEF

Oleksyk Taras Khomych, PhD, Associate Professor, Faculty of Biological Sciences, Oakland University, USA
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8148-3918>

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Boyko Nadiya Volodymyrivna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Medical and Biological Disciplines, Uzhhorod National University, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2467-7513>

Budzanivska Iryna Hennadiivna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Virology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2538-7312>

Hasynets Yaroslava Stepanivna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Biology, Uzhhorod National University, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4325-4695>

Zagorodniuk Igor Volodymyrovych, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Lead Researcher, Institute for Evolutionary Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-133X>

Kurina Olavi, Doctor of Science, Professor, Professor at the Department of Biodiversity and Nature Tourism, Estonian University of Life Sciences, Estonia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4858-4629>

Mirutenko Vladyslav Valentynovych, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Entomology and Biodiversity Conservation, Uzhhorod National University, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3845-5003>

Nagy Melinda, PhD, Professor, Department of Biology, Vice-Rector for Accreditation and Quality Assurance, Janos Sejm University, Slovakia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-3055>

Poráčová Janka, Doctor of Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov, Slovak Republic
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1330-3513>

Radchenko Oleksandr Hryhorovych, Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Researcher of the Department of Entomophage Taxonomy and Ecological Fundamentals of Biomethod, I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8850-0530>

Symochko Lyudmila Yuriivna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Research Fellow, University of Coimbra, Portugal
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-3172>

Tkach Vasyl, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Biology, University of North Dakota, USA
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5084-7566>

Shynder Oleksandr Ivanovych, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, National Botanical Garden named after M.M. Hryshko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1146-0873>

Адреса редакції:

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

Електронна адреса: 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 № 5, від 22 травня 2026 року)

Вченої ради ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (протокол № 8 від 28 травня 2026 року)

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 2178 від 27.06.2024 року. Ідентифікатор медіа: R30-04776

Верстка, редагування, макетування випуску: Н. С. Кузнєцова.

Видання «Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія» включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») зі спеціальності «Е1 – Біологія та біохімія» 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

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

Phone: +38 093 006 55 68

Registration of Print media entity: Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine: Decision № 2178 as of 27.06.2024. Media ID: R30-04776

Editing and layout of the issue: N. S. Kuznietsova.

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 “E1 – Biology and Biochemistry”.

ЗМІСТ

Віталій Вірченко, Любов Фельбаба-Клушина Доповнення до бріофлори НПП “Синевир” (Українські Карпати).....	7
Yurii Geryak, Anna Hirna, Yurii Kanarsky, Yevhenii Khalaim, Ivanna Fufalko, Ivan Senchak, Sergii Glotov Current state of knowledge on the araneo- and entomofauna of “Syniohora” National Nature Park (Ivano-Frankivsk region, Ukraine).....	12
Калина Гоблик, Марина Рагуліна, Олег Орлов Мохова рослинність ксеротермної діброви Сорочої гори (Мукачево, Закарпатська рівнина)	56
Ігор Загороднюк, Галина Станиціна Їжаки-синантропи: особливості поширення, біології, поведінки та охорони в умовах великого міста (на прикладі Києва).....	66
Ольга Зубровська Вміст пігментів у листках декоративних злаків в умовах степової зони України.....	85
Стефані Кастро-Маркес, Валтер Волфсбергер, Кеннет Гілкерт, Ярослава Гасинець, Роман Кіш, Михайло Вакерич, Владислав Мірутенко, Олексій Куруца, Андрій Вошепинець, Віолета Мірутенко, Вікторія Станинець, Одрі Дж. Маджеске, Віктор Товт, Тарас Олексик Геномні підходи до моніторингу мікробіомів вєтлендів та озер.....	93
Віталій Коломійчук, Олександр Шиндер, Ержебет Когут, Мирослав Шевера Флористичні особливості парку Перені (м. Виноградів, Закарпатська область).....	116
Оксана Лавринюк, Вадим Мудренко Біологічне обґрунтування та екологічна ефективність стратегій годівлі коропа (<i>Cyprinus carpio</i> L.) у водоймах Житомирщини.....	133
Наталія Левчик, Наталія Заїменко, Наталія Горбенко, Володимир Левон Брасиностероїди та їх роль у формуванні стійкості рослин родини <i>Euphorbiaceae</i> Juss.....	141
Марина Миронець, Ярослав Степанюк Морфогенез нюхового аналізатора людини: аналіз основних етапів розвитку в ембріональному та фетальному періодах.....	162
Ірина Москалець Огляд колекції моллюсків класу Gastropoda, підкласу Caenogastropoda, ряду Neogastropoda (Mollusca) музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.....	175
Юлія Петрук, Ліана Онук, Тетяна Чубата, Лариса Боровик Созологічна цінність та перспективи охорони Білокриницького карбонатного болота (Тернопільська область).....	194
Ніна Полчанінова, Галина Москалик, Микола Бурдейний, Костянтин Сосновський, Рувім Шелгачов, Марія Федоряк Павуки (Araneae) лучно-степових екосистем Буковинського Передкарпаття. Перший етап дослідження.....	203
Світлана Тайкова, Євгенія Улюра, Анатолій Паньков, Ганна Ключко Роль персоналій у дослідженні біорізноманіття та формуванні природничих колекцій Національного науково-природничого музею (Україна): внесок Олександра Пекла (1952–2023).....	213
Вікторія Тротнер Созофіти та оселища урочища Карачуни (Дніпропетровська обл.).....	229
Володимир Феденко Світлопоглинальна здатність квіток як функціональна ознака інвазійності <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.....	235
Михайло Філіппов, Ольга Дяченко Застосування методу квартильного стандартизованого оцінювання для моніторингу режимів масопереносу кисню у спортсменів.....	242
Ігор Чіков, Ірина Бойко, Інна Діденко, Володимир Грабовий, Любов Ішук Сезонний ритм розвитку <i>Schoenoplectiella mucronata</i> (L.) J. Jung & H. K. Choi <i>ex situ</i> на території Правобережного лісостепу України.....	254
Василь Шевчик, Микола Борисенко, Володимир Пилипенко Охорона созофітів за умов абсолютного заповідання: проблеми та шляхи їх вирішення (на прикладі Канівського природного заповідника).....	260
Світлана Шуба, Ольга Сідашенко, Ірина Соколова Мікробіом ротової порожнини та сучасні методи його діагностики.....	265

CONTENTS

Virchenko V., Felbaba-Klushyna L. Addition to the bryophyte flora of the National Nature Park “Synevyr” (Ukrainian Carpathians).....	7
Geryak Yu., Hirna A., Kanarsky Yu., Khalaim Ye., Fufalko I., Senchak I., Glotov S. Current state of knowledge on the araneo- and entomofauna of “Syniohora” National Nature Park (Ivano-Frankivsk region, Ukraine).....	12
Goblyk K., Ragulina M., Orlov O. Bryophyte vegetation of xerothermic oak forest on Sorocho gora (Mukachevo, Transcarpathian plain).....	56
Zagorodniuk I., Stanytsina G. Synanthropic hedgehogs: their distribution, biology, behaviour and protection in a big city (a case study of Kyiv).....	66
Zubrovska O. Pigment content in the leaves of ornamental grasses in the steppe zone of Ukraine.....	85
Castro-Marquez S., Wolfsberger W., Hilkert K., Hasynets Y., Kish R., Vakerych M., Mirutenko V., Kurutsa O., Voshchepynets A., Mirutenko V., Stanynets V., Majeske A.J., Tóth V., Oleksyk T. Genomic approaches for monitoring wetland and lake microbiomes.....	93
Kolomiichuk V., Shynder O., Kohut E., Shevera M. Floristic peculiarity of the Perényi Park (Vynohradiv city, Zakarpattia Oblast).....	116
Lavryniuk O., Mudrenko V. Biological substantiation and ecological efficiency of carp (<i>Cyprinus carpio</i> L.) feeding strategies in the water bodies of the Zhytomyr Region.....	133
Levchyk N., Zaimenko N., Gorbenko N., Levon V. Brassinosteroids and their role in forming the resistance of plants of the <i>Euphorbiaceae</i> family Juss.....	141
Myronets M., Stepanyuk Ya. Morphogenesis of the human olfactory system: analysis of the main stages of development in the embryonic and fetal periods.....	162
Moskalets I. Review of the collection mollusk shells (Mollusca: Gastropoda), Subclass Caenogastropoda, order Neogastropoda, which deposited in Museum of Nature of V. N. Karazin Kharkiv National University.....	175
Petruk Yu., Onuk L., Chubata T., Borovyk L. Sozological value and prospects for protection of the Bilokrynytsia calcareous fen (Ternopil Region).....	194
Polchaninova N., Moskalyk H., Burdeinyi M., Sosnovskyi K., Shelhachov R., Fedoriak M. Spiders (Araneae) of the Meadow-steppe ecosystems of the Bukovynian Ciscarpathians. The first stage of research.....	203
Tajkova S., Ulyura E., Pankov A., Klochko H. The role of individuals in biodiversity research and the formation of natural history collections at the National Museum of Natural History of Ukraine: the contribution of Oleksandr Peklo (1952–2023).....	213
Trotner V. Sosophytes and habitats of the Karachuny tread (Dnipropetrovsk region).....	229
Fedenko V. Light absorption capacity of flowers as a functional trait of invasiveness of <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.....	235
Filippov M., Diachenko O. Application of the quartile standardized assessment method for monitoring oxygen mass transfer regimes in athletes.....	242
Chikov I., Boiko I., Didenko I., Hrabovyi V., Ischuk L. Seasonal rhythm of development of <i>Schoenoplectiella mucronata</i> (L.) J. Jung & H. K. Choi <i>ex situ</i> of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	254
Shevchyk V., Borysenko M., Pylypenko V. Conservation of rare and protected plant species under a strict non-intervention regime: problems and possible solutions (a case study of the Kaniv Nature Reserve).....	260
Shuba S., Sidashenko O., Sokolova I. The oral microbiome and modern diagnostic methods.....	265



ДОПОВНЕННЯ ДО БРІОФЛОРИ НПП «СИНЕВИР» (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Віталій ВІРЧЕНКО¹, Любов ФЕЛЬБАБА-КЛУШИНА²

Мохоподібні НПП «Синевир» ще недостатньо вивчені. Станом на 2016 рік в бріофлорі парку було відомо лише 210 видів. З метою доповнення цього списку в 2025 р. провадилося дослідження мохоподібних в околицях сіл Синевир, Синевирська Поляна, Колочава, Мерешор. Обстежено букові, ялицево-ялинові ліси, вільшняки, болота, відслонення каміння біля потоків, фортифікаційні споруди «Лінії Арпада». В результаті опрацювання зібраного матеріалу і врахування даних попередніх років виявлено 46 нових видів. В систематичному відношенні це переважно представники родин Orthotrichaceae (7 видів), Neckeraceae (6), Sphagnaceae, Pottiaceae, Bryaceae, Amblystegiaceae (кожна по 4 види), Mniaceae і Brachytheciaceae (по 3); решта 10 родин містить по 1-2 види. З охоронюваних мохів у парку тепер відомо п'ять видів, що увійшли до міжнародних природоохоронних переліків: *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb., занесений до Додатку I Бернської конвенції, а також *Brachythecium geheebii* Milde, *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenas, *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske та *Porella arboris-vitae* (With.) Grolle, включені до Червоного списку мохоподібних Європи. Рідкісні види виявлені на сфагновому болоті (*Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske), біля мінерального джерела (*Pohlia melanodon* (Brid.) A.J. Shaw і *Didymodon tophaceus* (Brid.) Lisa) і в рудеральних місцях (*Bryum dichotomum* Hedw. і *Imbrybryum alpinum* (Huds. ex With.) N.Pedersen). Підтверджено також зростання в парку раритетного *Neckera pumila* Hedw. З урахуванням даного доповнення в бріофлорі НПП «Синевир» тепер відомо 256 видів.

Ключові слова: мохоподібні, раритетні види, Національний природний парк «Синевир», Українські Карпати, созологічний аналіз, таксономічний аналіз.

¹Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 02000, Україна; e-mail: vir_chen_ko@ukr.net

²Кафедра ботаніки, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: lyubov.felbaba-klushyna@uzhnu.edu.ua

Вірченко В.: <https://orcid.org/0000-0002-8205-5122>

Фельбаба-Клушина Л.: <https://orcid.org/0000-0002-4891-4229>

Addition to the bryophyte flora of the National Nature Park “Synevyr” (Ukrainian Carpathians)

Virchenko V.¹, Felbaba-Klushyna L.²

The bryophytes of the Synevyr National Nature Park are still insufficiently studied. As of 2016, only 210 species were known in the park's bryoflora. In order to supplement this list, in 2025, a study of bryophytes was conducted in the vicinity of the villages of Synevyr, Synevyr'ska Polyana, Kolochava, and Mereshor. Beech, fir-tree forests, alder forests, swamps, rock outcrops near streams, and fortifications of the "Arpad Line" were examined. As a result of processing the collected material and taking into account data from previous years, 46 new species were discovered. In systematic terms, these are mainly representatives of the families Orthotrichaceae (7 species), Neckeraceae (6), Sphagnaceae, Pottiaceae, Bryaceae, Amblystegiaceae (4 species each), Mniaceae, and Brachytheciaceae (3 each); the remaining 10 families contain 1-2 species each. Of the protected mosses in the park, *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb. is a species listed in Appendix I of the Bern Convention and *Brachythecium geheebii* Milde, *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenas, *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske, *Porella arboris-vitae* (With.) Grolle are included in the Red List of Bryophytes of Europe. Rare species were found in a peat bog (*Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske), near a mineral spring (*Pohlia melanodon* (Brid.) A.J. Shaw and *Didymodon tophaceus* (Brid.) Lisa) and in ruderal places (*Bryum dichotomum* Hedw. and *Imbrybryum alpinum* (Huds. ex With.) N.Pedersen). The occurrence of the rare *Neckera pumila* Hedw. was also confirmed in the park. Taking into account this addition, 256 species are now known in the bryoflora of the Synevyr National Nature Park.

Key words: bryophytes, rare species, National Nature Park “Synevyr”, Ukrainian Carpathians, zoological analysis, taxonomic analysis.

¹M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2, Tereshchenkivska St., Kyiv, 02000, Ukraine; e-mail: vir_chen_ko@ukr.net

²Department of Botany, State University "Uzhhorod National University", 32, A. Voloshyna St., Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: lyubov.felbaba-klushyna@uzhnu.edu.ua

Virchenko V.: <https://orcid.org/0000-0002-8205-5122>

Felbaba-Klushyna L.: <https://orcid.org/0000-0002-4891-4229>

Вступ

Національний природний парк “Синевир” (НППС), площею 40,4 тис. га, був створений у 1989 році в північно-східній частині Міжгірського (тепер Хустського) району Закарпатської області. Він знаходиться в районі середньовисотних хребтів і гірських груп Привододільних Горган, для якого характерні глибокі поперечні долини, гострі форми гребенів і вершин, численні їх відроги, кам'яні розсипища. Головна водна артерія парку – річка Тересля з притоками Слобода, Розтока, Озерянка та ін. У верхів'ї Тереслі розташована основна ландшафтна особливість парку – Синевирське озеро. Ґрунтовий покрив НППС представлений слабокислими світло-бурими, кислими бурими і темно-бурими ґрунтами, а також торф'янисто-підзолистими та дерново-буроземними відмінами. На них, відповідно, формуються букові, буково-ялицево-смерекові, смерекові ліси, криволісся та лучні угруповання. За ценотичною структурою рослинних ступенів Синевирський парк подібний до Карпатського (Stoiko et al. 1991).

Відомості про бріофіти НПП “Синевир” містяться у бріологічних працях “Мохоподібні Українських Карпат” (Zerov, Partyka 1975), “Каталог музейних фондів” Львівського природознавчого музею (Ulychna 1976; 1978), “Флора мохів Української РСР” (Bachuryna, Melnychuk 1987; 1988; 1989), “Флора мохів України” (Bachuryna, Melnychuk 2003), “Bryoflora Carpathorum Septentrionale - Orientaliorum” (Boros, Vajda 1968-69). Дані про мохи парку знаходимо також в низці статей геоботаніків-болотознавців. За цими джерелами у бріофлорі НПП “Синевир” було відомо понад 140 видів.

В 1996 р. у національному парку “Синевир” бріологічні дослідження провадив В.М. Вірченко. В околицях сіл Негровець, Синевир, Синевирська Поляна на камінні у потоках, на болотах, у хвойних і мішаних лісах, у смузі криволісся ним було зібрано понад 100 пакетів мохоподібних. В результаті опрацювання гербарних матеріалів виявлено ряд рідкісних видів – *Calypogeia sphagnicola* (Arnell & J.Pers.) Mull. Frib., *Odontoschisma fluitans* (Nees) L. Soderstr. & Vana, *Platyhypnum duriusculum* (De Not) Ochya, *Neckera pumila* Hedw. й інші (Virchenko 2004). Загалом на той час в бріофлорі НПП Синевир було встановлено 210 видів, що складало приблизно 48 % бріофлори Карпатського НПП, який у бріологічному відношенні був вивчений порівняно детальніше, і 32 % – Українських Карпат (Virchenko et al. 2016). Найкраще тут були вивчені мохоподібні низинних і сфагнових боліт, а додаткових досліджень потребували бріофіти букових лісів (осо-

бливо епіфіти) та петрофіти. Отже, метою проведених нами досліджень було охопити раніше не досліджені фітоценози і місцезростання та доповнити загальний список мохоподібних парку.

Матеріал та методика

Вивчення мохоподібних проводилося авторами у липні 2025 р. у НПП “Синевир”, в околицях сіл Синевир, Синевирська Поляна, Колочава, Мерешор. Обстежено букові, ялицево-ялинові ліси, вільшняки, болота, відслонення каміння біля потоків, фортифікаційні споруди «Лінії Арпада». Зібрані зразки (106 пакетів) визначені у відділі фікології, ліхенології та бріології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ за загальноприйнятою методикою (Voiko 2018). Латинські видові назви та обсяг родин подані за сучасним «Продромусом спорових рослин України: мохоподібні» (Virchenko, Nyorko 2022).

Результати та обговорення

В результаті опрацювання зібраного матеріалу і врахування даних попередніх років виявлено 46 нових видів, що росли в листяних лісах, на сфагнових болотах, штучних кам'янистих субстратах тощо. В систематичному відношенні це переважно представники родин Orthotrichaceae (7 видів), Neckeraceae (6), Sphagnaceae, Pottiaceae, Bryaceae, Amblystegiaceae (кожна по 4 види), Mniaceae і Brachytheciaceae (по 3); решта 10 родин містить по 1-2 види. З охоронюваних мохів у парку тепер відомо п'ять видів, що увійшли до міжнародних природоохоронних переліків: *Dicranum viride*, занесений до Додатку I Бернської конвенції, а також *Brachythecium geheebii*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Tomentypnum nitens* та *Porella arboris-vitae*, включені до Червоного списку мохоподібних Європи. З врахуванням цього доповнення в бріофлорі НПП “Синевир” на сьогодні відомо 256 видів. Нижче наводиться перелік видів мохоподібних, нових для НПП “Синевир”. У випадках, коли у переліку не вказано колектора, ним є перший автор статті.

Відділ MARCHANTIOPHYTA – печіночники
Родина Plagiochilaceae Müll.Frib.

Plagiochila asplenoides (L.) Dumort. Ок. с. Мерешор, потік Квасовець, на камінні біля води, 28.07.2025.

Родина Porellaceae Cavers

Porella arboris-vitae (With.) Grolle. Ок. с. Мерешор, потік Мерешорський, буковий ліс, на буках, 26.07.2025.

P. platyphylla (L.) Pfeiff. Ок. оз. Синевир, на букові, 21.07.2025.

Родина Metzgeriaceae H.Klinggr.

Metzgeria violacea (Ach.) Dumort. Ок. с. Мерешор, потік Квасовець, на вільсі сірій, 28.07.2025; ур. Глибоке, буковий ліс, на букові, 30.07.2025.

Родина Conocephalaceae Müll.Frib. ex Grolle

Conocephalum salebrosum Szweyk., Buczk. & Odrzyk. Ок. с. Мерешор, лівий берег р. Теребля, мінеральне джерело, на глинистому ґрунті, 25.07.2025; ур. Глибоке, на камінні в потоці, 30.07.2025.

Відділ BRYOPHYTA – мохи

Родина Sphagnaceae Dumort.

Sphagnum contortum Schultz. Верхів'я потоку Яворовець (притока р. Озерянка), мезотрофне осоково-бобівниково-сфагнове болото, 24.06.2010 (Фельбаба-Клушина); потік Яворовець, пухівково-бобівниково-соснове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина); правий берег потоку Яворовець, мезотрофне болото, 23.07.2025 (Фельбаба-Клушина).

S. flexuosum Dozy et Molk. Потік Яворовець, осоково-пухівково-бобівникове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина); ок. с. Синевир, мезотрофне болото, 26.10.2010 (Фельбаба-Клушина).

S. subsecundum Nees. Потік Яворовець, осоково-пухівково-бобівникове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина).

S. teres (Schimp.) Ångstr. Біля сфагнового болота «Замшатка», пухівково-осоково-сфагнове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина); ок. с. Синевир, біля садиби лісництва, осоково-бобівниково-сфагнове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина).

Родина Encalyptaceae Schimp.

Encalypta streptocarpa Hedw. Ок. с. Мерешор, лівий берег р. Теребля, мінеральне джерело, на глинистому ґрунті, 25.07.2025.

Родина Fissidentaceae Schimp.

Fissidens taxifolius Hedw. Ок. с. Синевир, біля контори парку, на березі р. Теребля, 14.07.1996.

Родина Dicranaceae Schimp.

Dicranum viride (Sull. & Lesq.) Lindb. Ок. с. Мерешор, біобазу УжНУ, потік Шобаня, буковий ліс, на буках і камінні, 24.07.2025; потік Мерешорський, на старому букові, 26.07.2025; потік Квасовець, буковий ліс, на буках і грабах, 28.07.2025; ур. Глибоке, буковий ліс, на буках, 30.07.2025.

Родина Pottiaceae Schimp.

Barbula unguiculata Hedw. Узбіччя шосе між с. Мерешор і смт Колочава, на щербенистому ґрунті, 25.07.2025.

Didymodon rigidulus Hedw. Ок. с. Синевир, біля контори парку, на бетонних спорудах коло шосе, 22.07.2025.

D. tophaceus (Brid.) Lisa. Ок. с. Мерешор, лівий берег р. Теребля, мінеральне джерело, на глинистому ґрунті, 25.07.2025.

Syntrichia papillosa (Wilson) Jur. Ок. с. Мерешор, на бетонних стовпчиках вздовж шосе, 25.07.2025.

Родина Meesiaceae Schimp.

Leptobryum pyriforme (Hedw.) Wilson. Ок. с. Мерешор, лівий берег р. Теребля, мінеральне джерело, на глинистому ґрунті, 25.07.2025.

Родина Bryaceae Schwägr.

Bryum dichotomum Hedw. Узбіччя шосе між с. Мерешор і смт Колочава, на щербенистому ґрунті, 25.07.2025.

Imbriobryum alpinum (Huds. ex With.) N.Pedersen. Узбіччя шосе між с. Мерешор і смт Колочава, на щербенистому ґрунті, 25.07.2025.

Ptychostomum imbricatum (Müll.Hal.) Holyoak & N.Pedersen. Оз. Синевир, у гроті, з-під якого витікає вода з озера, 15.07.1996.

Rhodobryum roseum (Hedw.) Limpr. Ок. с. Синевир, оз. Озірце, на ґрунті в заростях верб, 23.07.2025.

Родина Mniaceae Schwägr.

Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T.J.Kor. Біля сплаву Клаузе на р. Озерянка, на яблуні, 17.07.1996; ок. смт Колочава, буковий ліс, на ґрунті, 20.07.2022 (Тимошенко).

P. medium (Bruch & Schimp.) T.J. Кор. Ок. с. Синевир, по дорозі на хр. Пишконя, ялиново-буковий ліс, 14.07.1996.

Pohlia melanodon (Brid.) A.J. Shaw. Ок. с. Мерешор, лівий берег р. Теребля, мінеральне джерело, на глинистому ґрунті, 25.07.2025.

Родина Orthotrichaceae Arn.

Lewinskya affinis (Schrader ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet. Ок. с. Мерешор, ур. Глибоке, на вільсі сірій, 30.07.2025.

Nyholmiella obtusifolia (Brid.) Holmen & E.Warnecke. Ок. с. Синевир, біля контори парку, на тополях, 22.07.2025.

Orthotrichum anomalum Hedw. Ок. с. Синевир, біля контори парку, на бетонних спорудах, 21.07.2025.

O. diaphanum Brid. Ок. с. Синевир, біля контори парку, на бетонних спорудах, 21.07.2025.

O. patens Bruch ex Brid. Ок. с. Синевир, біля контори парку, берег р. Теребля, на вільсі сірій, 21.07.2025.

Pulvigeria lyellii (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochuga. Ок. с. Синевир, біля контори парку, берег р. Теребля, на вільсі сірій, 21.07.2025; ок. с. Мерешор, біобазу УжНУ, потік Шобаня, буковий ліс, на букові, 24.07.2025; ур. Глибоке, на вільсі сірій, 30.07.2025.

Zygodon rupestris Schimp. ex Lorentz. Берег оз. Синевир, на букові, 21.07.2025; ок. с. Мерешор, ур. Глибоке, буковий ліс, на букові, 30.07.2025.

Родина Amblystegiaceae G.Roth

Campyliadelphus chrysophyllus (Brid.) R.S.Chopra. Ок. с. Синевир, на ґрунті в лісі повз дорогу, 16.07.1996.

Drepanocladus polygamus (Schimp.) Hedenäs. Потік Яворовець, осоково-пухівково-бобівникове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина).

Pseudoamblystegium subtile (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs. Ок. с. Мерешор, потік Квасовець, буковий ліс, на букові, 28.07.2025.

Tomentypnum nitens (Hedw.) Loeske. Потік Яворовець, осоково-пухівково-бобівникове болото, 26.06.2010 (Фельбаба-Клушина); правий берег потоку Яворовець, мезотрофне болото, 23.07.2025.

Родина Pseudoleskeaceae Schimp.

Lescuraea incurvata (Hedw.) E.Lawton. Ок. с. Синевир, г. Кам'янка, ялиновий ліс, на затіненому камінні, 16.07.1996.

Родина Thuidiaceae Schimp.

Thuidium assimile (Mitt.) A.Jaeger. Ок. с. Синевир, на ґрунті в лісі, 16.07.1996; ок. смт Колочава, буковий ліс, на ґрунті, 20.07.2022 (Тимошенко); ок. с. Мерешор, на бетонному містку, 29.07.2025.

Родина Brachytheciaceae Schimp.

Brachythecium campestre (Müll.Hal.) Schimp. Ок. с. Синевир, на ґрунті в лісі повз дорогу, 16.07.1996.

B. geheebii Milde. Ок. с. Мерешор, біобазу УжНУ, потік Шобаня, буковий ліс, на яворі, 24.07.2025.

Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout. Ок. с. Синевир, на ґрунті в лісі, 16.07.1996; ок. смт Колочава, буковий ліс, на ґрунті, 20.07.2022 (Тимошенко).

Родина Neckeraceae Schimp.

Alleniella complanata S.Olsson, Enroth & D.Quandt. Ок. оз. Синевир, на букові, 21.07.2025; ок. с. Мерешор, потік Мерешорський, на камені, 26.07.2025.

Exsertotheca crispa (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt. Ок. с. Мерешор, потік Мерешорський, на камені, 26.07.2025; потік Квасовець, на букові, 28.07.2025.

Homalia trichomanoides (Hedw.) Brid. Ок. с. Синевир, біля контори парку, буковий ліс, на букові, 22.07.2025.

Neckera pennata Hedw. Ок. оз. Синевир, на яворі, 21.07.2025.

Pseudanomodon attenuatus (Hedw.) Ignatov & Fedosov. Ок. с. Синевир, біля контори парку, буковий ліс, на букові, 22.07.2025.

Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gangulee. Ок. с. Мерешор, потік Квасовець, буковий ліс, на окоренку бука, 28.07.2025.

Найбільша кількість нових для НПП «Синевир» видів встановлено в листяних лісах. Серед них велику частку складають епіфіти. Як ми раніше вказували, для бука, граба, явора характерні печіночники *Radula complanata* (L.) Dumort., *Frullania dilatata* (L.) Dumort., *Metzgeria furcata* (L.) Corda, *M. conjugata* Lindb., *Plagiochila porelloides* (Torr. ex Nees) Lindenb., *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb., а з мохів – *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov., *Pteryginandrum filiforme* Hedw., *Paraleucobryum longifolium* (Hedw.) Loeske, *Leucodon sciuroides*

(Hedw.) Schwagr., *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyholm, *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen й інші (Virchenko et al 2016). Новими тут виявилися печіночники *Metzgeria violacea*, *Porella platyphylla*, *P. arboris-vitae*, серед мохів новими виявилися переважно представники Neckeraceae (*Alleniella complanata*, *Homalia trichomanoides*, *Neckera pennata*, *Exsertotheca crispa*, *Pseudanomodon attenuatus*) і Orthotrichaceae (*Lewinskya affinis*, *Orthotrichum patens*, *Pulvigerella lyellii*, *Nyholmiella obtusifolia*, *Zygodon rupestris*). Згадані рідкісні *Dicranum viride* і *Brachythecium geheebii* також знайдені на деревах. В 2025 р. підтверджено зростання в околицях озера Синевир і біля с. Мерешор регіонально рідкісного епіфіта *Neckera pumila*.

Як зазначено вище, болотні мохи НПП «Синевир» були вивчені найкраще. Проте під час досліджень Л.М. Фельбаби-Клушиної у 2010 році були виявлені деякі нові види. Так, список сфагнових мохів парку поповнився ще чотирма таксонами: *Sphagnum contortum*, *S. flexuosum*, *S. subsecundum* і *S. teres*. Цікавою знахідкою виявився *Tomentypnum nitens* – гляціальний релікт, відомий в Україні з Карпат, Полісся, Опілля та Лісостепу (Bachuryna, Melnychuk 2003). В Українських Карпатах він був відомий з шести місцезнаходжень (Zerov, Partyka 1975); пізніше знайдений ще в кількох пунктах Східних Бескидів і Вулканічних Карпат (Sadygov, Felbaba-Klushyna 2022). У 2025 р. *T. nitens* зібраний на мезотрофному болоті на березі потоку Яворовець в ок. с. Негровець. Серед сфагнів тут домінував *Sphagnum contortum*, домішку до нього складали брієві мохи *Plagiomnium elatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kor., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwagr., *Campylium stellatum* (Hedw.) Lange & C.E.O. Jensen, *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb., *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenas. Останній вид раніше був занесений до Червоної книги європейських мохоподібних (Red Data Book ... 1995).

Низку нових видів знайдено біля оригінального місцезростання – мінерального джерела, розташованого на лівому березі р. Теребля в околицях с. Мерешор. З вже відомих в парку тут зростали *Marchantia polymorpha* L., *Apocellia endiviifolia* (Dicks.) Nebel & D.Quandt., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J.Kor., *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T.J.Kor., *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce. Новими виявилися *Conocephalum salebrosum*, *Leptobryum pyriforme*, *Encalypta streptocarpa*, *Pohlia melanodon*, *Didymodon tophaceus*. Зауважимо, що *Didymodon tophaceus* раніше вказували лише для трьох, а *Pohlia melanodon* – чотирьох пунктів Українських Карпат (Zerov, Partyka 1975).

Рудеральні місця, штучні кам'яні субстрати також є місцем зростання цікавих видів. Так, вздовж асфальтового шосе Мерешор – Колочава,

крім поширених *Bryum argenteum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch., знайдені ще *Bryum dichotomum* і *Imbrybryum alpinum*. Останній вид відомий для чотирьох, *B. dichotomum* – близько 10 пунктів Українських Карпат (Zerov, Partyka 1975). На штучних кам'янистих субстратах (бетонні стовпчики, споруди часів Другої світової війни) виявлені нові для парку мохи *Didymodon rigidulus*, *Orthotrichum anomalum*, *O. diaphanum* і *Syntrichia papillosa*.

Серед наведених вище видів є такі, що мають міжнародний природоохоронний статус. Це *Dicranum viride*, занесений до Додатку I Бернської конвенції, а також чотири види, що включені до Червоного списку мохоподібних Європи: *Brachythecium geheebii* та *Hamatocaulis vernicosus* як «вразливі» (VU), а також *Tomentypnum nitens* та *Porella arboris-vitae* як «майже під загрозою» (NT) (Hodgetts et al. 2019).

Висновки

Таким чином, в результаті опрацювання зібраного матеріалу і врахування даних попередніх років для бріофлори НПП «Синевир» встановлено 46 нових видів, більшість з яких є компонентами листяних лісів. В бріофлорі парку є п'ять видів, що включені до міжнародних природоохоронних переліків: *Dicranum viride* занесений до Додатку I Бернської конвенції, *Brachythecium geheebii*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Tomentypnum nitens* та *Porella arboris-vitae* включені до Червоного списку мохоподібних Європи. Рідкісними в межах парку є *Pohlia melanodon* і *Didymodon tophaceus*, що знайдені біля мінерального джерела, а також *Bryum dichotomum* й *Imbrybryum alpinum*, виявлені в антропогенно змінених екоотопах. Підтверджено зростання в парку епіфіта *Neckera pumila*. З урахуванням даного доповнення в бріофлорі НПП «Синевир» тепер відомо 256 видів.

BACHURYNA, H.F., MELNYCHUK, V.M. (1987) *Flora mokhiv Ukrainskoi RSR*. Fasc. 1. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
 BACHURYNA, H.F., MELNYCHUK, V.M. (1988) *Flora mokhiv Ukrainskoi RSR*. Fasc. 2. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
 BACHURYNA, H.F., MELNYCHUK, V.M. (1989) *Flora mokhiv Ukrainskoi RSR*. Fasc. 3. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
 BACHURYNA, H.F., MELNYCHUK, V.M. (2003) *Flora mokhiv Ukrainy*. Fasc. 4. Akademperiodyka, Kyiv. (in Ukrainian)
 BOIKO, M.F. (2018) *Metodyka doslidzhennia mokhopodibnykh*, FOP Vyshemirskiy V. S., Kherson. (in Ukrainian)
 BOROS, A., VAJDA, L. (1968-1969) Bryoflora Carpathorum Septentrionali Orientaliorum. *Revue Bryologique et Lichenologique*, 36(3-4), 397-450.
 HODGETTS, N., CALIX, M., ENGLEFIELD, E., ..., ZARNOWIEC, J. (2019) A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. Brussels, IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.ERL.2.en>
 RED DATA BOOK OF EUROPEAN BRYOPHYTES (1995) European Committee for Conservation of Bryophytes, Trondheim.

SADYGOV, R.E., FELBABA-KLUSHYNA, L.M. (2022) Hlyatsialnyi relikt *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske (*Amblystegiaceae*) v Ukrainskykh Karpatakh: poshyrennya ta fitotsenotychna pryurochenist. *Biolohtia ta ekolohtia*, 8(1), 48-52. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.33989/2022.8.1.275396>
 STOIKO, S., HADACH, E., SHYMON, T., MYKHALYK, S. (1991) *Zapovidni ekosystemy Karpat*. Svit, Lviv. (in Ukrainian)
 ULYCHNA, K.O. (1976) *Pechinochni mokhy. Kataloh muzeinykh fondiv*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
 ULYCHNA, K.O. (1978) *Lystyani mokhy. I, II. Kataloh muzeinykh fondiv*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
 VIRCHENKO, V.M. (2004) Novi znakhidky dlia Ukrainy mokhopodibnykh. *Ukrainian Botanical Journal*, 61(1), 106-110. (in Ukrainian)
 VIRCHENKO, V.M., POPOVYCH, S.Yu., TYUKH, Yu.Yu. (2016) *Mokhopodibni NPP "Synevyr". Nature protected areas of Ukraine. Plant world*. Iss. 10. Phytosociocentre, Kyiv. (in Ukrainian)
 VIRCHENKO, V.M., NYPORKO, S.O. (2022) *Prodromus sporovykh roslyn Ukrainy: mokhopodibni*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
 ZEROV, D.K., PARTYKA, L.Ya. (1975) *Mokhopodibni Ukrainskykh Karpat*. Naukova Dumka, Kyiv. (in Ukrainian)

Дата першого надходження статті до видання: 08.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



CURRENT STATE OF KNOWLEDGE ON THE ARANEO- AND ENTOMOFAUNA OF “SYNIOHORA” NATIONAL NATURE PARK (IVANO-FRANKIVSK REGION, UKRAINE)

Yurii GERYAK^{1,5}, Anna HIRNA^{1,9}, Yurii KANARSKY¹, Yevhenii KHALAIM⁸, Ivanna FUFALKO⁷,
Ivan SENCHAK⁷, Sergii GLOTOV^{2,3,4,6}

The data on Arachnida (Araneae) and Insecta diversity of the “Syniohora” National Nature Park are generalized in the paper. The territory covers central and highest part of the Gorgany mountain range in the Ukrainian Carpathians (Ivano-Frankivsk region, Ukraine). A brief overview of the history of research on the araneo- and entomofauna of the Park is provided, and the state of knowledge about selected groups of arthropods is analyzed. Information about species included in international, national, and regional conservation lists is summarized. The taxonomic list of spiders and insects was created based on unpublished data from the authors’ collections, scientific reports, literature sources and annual nature chronicles available in the Park, as well as information located on online resources on biodiversity (UkrBIN, iNaturalist, “Biodiversity of Ukraine”). For each species, the relevant sources according to which it was included in the list are indicated, as well as (if available) its conservation status and critical comments by the authors. As of 2025, 177 species from 24 families of spiders and 1,300 species from 142 families and 14 orders of insects are known from the “Syniohora” National Nature Park. Among them, 51 species have a conservation status. In particular, 16 insect species are protected at the national level and are listed in the current edition of the Red Data Book of Ukraine (2021); 42 species are protected at the regional level, including 17 species of spiders in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al., 2014), and 26 species of insects in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011). There are 5 species under international protection included in the conservation lists of the Bern Convention (Appendix II and Resolution No. 6). The presented taxonomic list does not claim to be complete, but it serves as a basis for further inventorying and monitoring the diversity of arthropods, as well as maintaining a cadastre of the protected area and protecting the natural complexes of the Syniohora National Nature Park. Further research in the Park should focus on the study of poorly investigated and previously unrecorded groups of invertebrates, the refinement and expansion of habitat inventories, and the implementation of long-term monitoring and analyses of invertebrate community structure.

Key words: insects, spiders, taxonomic list, fauna, biodiversity, protected species, Gorgany, Ukrainian Carpathians.

¹Institute of Ecology of the Carpathians, National Academy of Sciences of Ukraine, 4 Kozelnytska St., Lviv, 79026 Ukraine, e-mail: ykanarsky@gmail.com

²State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, 18 Teatralna St., Lviv, 79008 Ukraine, e-mail: sergijglotov@gmail.com

³Luhansk Nature Reserve, National Academy of Sciences of Ukraine, 95 Rubizhna St., Stanytsia Luhanska, Luhansk region, 93602 Ukraine

⁴Luhansk Taras Shevchenko National University, 3 Ivana Banka St., Poltava, 36003 Ukraine

⁵Boikivshchyna National Nature Park, 32 Voiakiv UPA St., Borynia, Lviv region, 82547 Ukraine; e-mail: yu.ger@ukr.net

⁶Kremenets Mountains National Park, 12 Osovytsya St., Kremenets, Ternopil region, 47003 Ukraine

⁷Syniohora National Nature Park, 4 Zarichna St., Stara Huta, Ivano-Frankivsk region, 77745 Ukraine; e-mail: FIM85@ukr.net, ivansencak12@gmail.com

⁸Tuzly Lagoons National Nature Park, 2 Partyzanska St., Tatarbunary, Odesa region, 68100 Ukraine; e-mail: 3029376@gmail.com

⁹Znesinnia Regional Landscape Park, 32 Novoznesenska St., Lviv, 79024 Ukraine; e-mail: ahirna@i.ua

Geryak Yu.: <https://orcid.org/0000-0002-4446-403X>

Hirna A.: <https://orcid.org/0000-0002-1073-6789>

Kanarsky Yu.: <https://orcid.org/0000-0002-8426-3072>

Khalaim Y.: <https://orcid.org/0000-0003-4102-4861>

Fufalko I.: <https://orcid.org/0009-0001-6645-1862>

Senchak I.: <https://orcid.org/0009-0005-0161-7904>

Glotov S.: <https://orcid.org/0000-0003-3986-0844>

Сучасний стан вивчення аранео- та ентомофауни НПП «Синьогора» (Івано-Франківська область, Україна)
Геряк Ю.^{1,5}, Гірна А.^{1,9}, Канарський Ю.¹, Халаїм Є.⁸, Фуфалько І.⁷, Сенчак І.⁷, Глотов С.^{2,3,4,6}

У роботі узагальнено відомості про різноманіття павуків (*Arachnida: Araneae*) і комах (*Insecta*) національного природного парку «Синьогора», розташованого в центральній та найвищій частині гірського масиву Горгани Українських Карпат (Івано-Франківська область, Україна). Зроблено короткий нарис історії досліджень аранео- та ентомофауни території НПП та проаналізовано стан вивченості обраних груп членистоногих. Підсумовано інформацію про види, які включені до природоохоронних списків міжнародного, національного та регіонального рівнів. Таксономічний перелік павуків і комах створений на підставі неопублікованих даних про матеріали, представлені у зборах і колекціях авторів, узагальнення інформації з публікацій та наявних у Парку наукових звітів і щорічних Літописів природи, а також відомостей, розташованих на онлайн-ресурсах про біорізноманіття (*UkrBIN*, *iNaturalist*, “*Biodiversity of Ukraine*”). Для кожного виду вказані відповідні джерела, за якими його включено до списку, а також (за наявності) охоронний статус і критичні зауваження авторів. Станом на 2025 рік з НПП «Синьогора» відомо 177 видів з 24 родин павуків та 1300 видів зі 142 родин і 14 рядів комах. Серед них 51 вид має природоохоронний статус. У тому числі, 16 видів комах охороняються на національному рівні та занесені до чинної редакції Червоної книги України (2021); 42 види перебувають під охороною на регіональному рівні, у тому числі 17 видів павуків включені до Червоного списку павуків Карпат (Gajdoš et al., 2014), а 26 видів комах – до Червоної книги Українських Карпат (2011). 5 видів мають міжнародний охоронний статус і включені до охоронних списків Бернської конвенції (Додаток II і Резолюція № 6). Представлений таксономічний список не претендує на повноту, але є основою для подальшої інвентаризації та моніторингу різноманіття членистоногих, а також ведення кадастру заповідної території й охорони природних комплексів НПП «Синьогора». Подальші дослідження Парку мають бути зосереджені на вивченні слабо досліджених груп безхребетних, уточненні та розширенні інвентаризації оселищ, проведенні довготривалого моніторингу та аналізу структури угруповань безхребетних.

Ключові слова: комахи, павуки, таксономічний список, фауна, біорізноманіття, охоронювані види, Горгани, Українські Карпати.

¹Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька 4, Львів, 79026 Україна; e-mail: ykanarsky@gmail.com

²Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна 18, Львів, 79008 Україна; e-mail: sergijglotov@gmail.com

³Луганський природний заповідник НАН України, вул. Рубіжна 95, Станиця Луганська, Луганська область, 93602 Україна

⁴Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Івана Банка 3, Полтава, 36003 Україна

⁵Національний природний парк «Бойківщина», вул. Вояків УПА 32, Бориня, Львівська область, 82547 Україна; e-mail: yu.ger@ukr.net

⁶Національний природний парк «Кременецькі гори», вул. Осовиця 12, Кременець, Тернопільська область, 47003 Україна

⁷Національний природний парк «Синьогора», вул. Зарічна 4, Стара Гута, Івано-Франківська область, 77745 Україна; e-mail: FIM85@ukr.net, ivansencak12@gmail.com;

⁸Національний природний парк «Тузлівські лимани», вул. Партизанська 2, Татарбунари, Одеська область, 68100 Україна; e-mail: 3029376@gmail.com

⁹Регіональний ландшафтний парк Знесіння, вул. Новознесенська 32, Львів, 79024 Україна; e-mail: ahirna@i.ua

Геряк Ю.: <https://orcid.org/0000-0002-4446-403X>

Гірна А.: <https://orcid.org/0000-0002-1073-6789>

Канарський Ю.: <https://orcid.org/0000-0002-8426-3072>

Халаїм Є.: <https://orcid.org/0000-0003-4102-4861>

Фуфалько І.: <https://orcid.org/0009-0001-6645-1862>

Сенчак І.: <https://orcid.org/0009-0005-0161-7904>

Глотов С.: <https://orcid.org/0000-0003-3986-0844>

Introduction

The inventory of fauna in protected areas is a fundamental component of biodiversity research, as it provides the basis for effective management and long-term monitoring. Particular attention should be paid to

highly diverse and ecologically significant groups of invertebrates, notably spiders (*Araneae*) and insects, which play key roles in ecosystem functioning as predators, decomposers, and pollinators. Despite their importance, these taxa often remain insufficiently

studied, and their actual diversity is underestimated in many regions. Comprehensive faunistic studies not only contribute to refining species composition and distribution patterns but also enable the identification of rare, endemic, and threatened species. In this context, the systematization of data and proper documentation are essential for determining conservation priorities, tracking environmental changes, and ensuring effective mechanisms for the conservation of invertebrate diversity within protected areas.

The Syniohora National Nature Park (herein after referred to as «the Park») was established in 2009 based on the State Organization “Residence Syniohora” of the State Administration of Affairs of the Office of the President of Ukraine to preserve, restore, and rationally using typical and unique natural complexes of the Carpathian region that are of significant environmental, scientific, aesthetic, recreational, and health importance. However, the Park only began to function fully in 2021. It was registered as a legal entity in December 2021, and the “Regulations on the Syniohora National Nature Park” were approved by Order No. 190 of the Ministry of Environment on March 15, 2021, as amended by Order No. 603 of September 17, 2021. The Park covers an area of 10,886 hectares. According to the functional zoning, the protected area covers 2,187.4 ha (20.1 %), the regulated recreation zone covers 5,452.7 ha (50.2 %), the

stationary recreation zone covers 90.3 ha (0.8 %), and the economic zone covers 3,135.6 ha (28.9 %).

The Park is located in the central and highest part of the Gorgany mountain range in the Ukrainian Carpathians. There are four peaks here with altitudes of over 1,800 m above sea level: Mount Syvulia Velyka (1,837 m), Mount Syvulia Mala (1,808 m), Mount Ihrovets (1,804 m), and Mount Vysoka (1,803 m). The Park covers a single continuous massif within the upper Bystrytsia Solotvynska River basin at elevations ranging from 660 to 1,837 m above sea level, thus representing a typical example of a mountain landscape ecosystem. Its relief is dissected by deep river valleys, which divide the territory into several mountain ranges of varying altitudes within a single geological formation.

In terms of geomorphology, the Park is located within the medium-altitude Skybovi Gorgany range of the Outer Carpathians, with rocky scree slopes and deep transverse valleys. The mountain ridges have relatively steep slopes, especially in the northeast, and the ridges are often sharp. The peaks are rounded cones or roof-like. The landscape is complemented by rocky ridges, stony slopes and peaks with barrens and scree, rocky river beds (Tsys 1962). The parent rocks are mainly light-colored, massive, thin-bedded flysch sandstones of the Yamna Formation of the Paleocene epoch (Tsarnenko 1988).

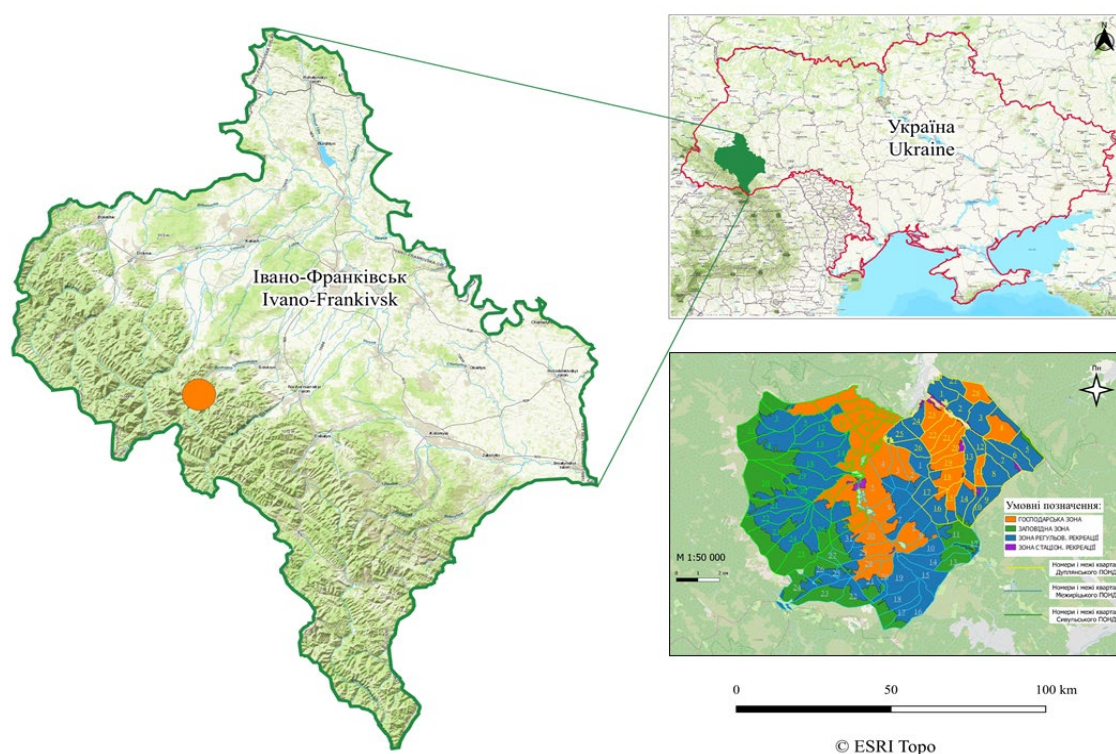


Fig. 1. Map of the study area of “Syniohora” National Nature Park

In terms of geobotany, the territory belongs to two geobotanical regions: the Bolekhiv-Berehomet area of mixed fir and beech forests within the Rakhiv-Turka-Berehomet geobotanical district and the Gorgany area of spruce forests within the Vyshkovo-Hryniava geobotanical district of the Eastern Carpathian mountain subprovince and the Central European province of the European broadleaf forest region (Heobotanichne ... 1977). The ecosystems of the three montane vegetation zones of the Ukrainian Carpathians are well represented and preserved here: beech and mixed fir-spruce and spruce-beech forests (up to 1000–1100 m a.s.l.); spruce forests (approximately 1000 to 1400 m a.s.l.); subalpine dwarf pinewood of *Pinus mugo* with an admixture of *Pinus cembra* (over 1350–1450 m a.s.l.). On the highest peaks (Syvulia Velyka and Syvulia Mala, Ihrovets, Vysoka), there are fragments of alpine rocky heathland with the participation of *Juncus trifidus*, *Empetrum nigrum*, and other high-mountain plant species. Within zones of beech and spruce forests, there are various types of post-forest meadows (mesophile, heathland, peatbog, wetland) of the alliances of *Nardion strictae*, *Molinion caeruleae*, *Polygono-Trisetion flavescens*, *Caricion nigrae*, etc., as well as tall-grass communities of overgrown clearings (*Epilobion angustifolii*) and riparian thickets of mountain streams (*Petasition officinalis*, *Arunco-Petasition albi*). Small mesotrophic sedge-moss and sphagnum fens and bogs have been preserved in some places on the terraces of the Bystrytsia Solotvynska River valley (*Oxycocco-Sphagnetum*) (Fig. 2).

Material and methods

The material used for this work consists of critically reviewed abstract data from literary sources during the period from the mid-late 19th century to the present day including data of Park's reports (Litopys ... 2022; 2023), as well as data available on online biodiversity resources (UkrBIN, iNaturalist, "Biodiversity of Ukraine"), on the one hand, and the results of the authors' current research, on the other hand.

The collection and laboratory processing of the material were carried out using well-known methods and techniques of arachnological and entomological research. The identification of spiders and some insects was carried out using binocular magnifying glasses and an MBS-10 binocular microscope. If necessary, mandibles, genitalia, and other body parts were dissected according to standard methods (Bennett 1929; Robinson, 1976).

The general classification system for arthropods is presented according to the fundamental work of

J. Zhang et al. (Zhang 2011). The nomenclature of individual taxonomic groups is given in accordance with the latest developments in systematics, in particular, Araneae (World Spider Catalog 2025), Odonata (Bybee et al. 2021; Paulson et al. 2024), Orthoptera (Cigliano et al. 2024), Hymenoptera (Sharkey 2007; Aguiar et al. 2011; Sharkey et al. 2011); Coleoptera (Cai et al. 2022), Lepidoptera (Nieukerken et al. 2011), Diptera (Evenhuis, Pape 2021), etc. In the annotated checklist, after the full scientific name of each species, there is a reference to the sources on the basis of which it was included here. In the checklist, each species is provided with the source of information. If the species is recorded under an invalid (synonymous or erroneous) name, it is indicated next to the corre-

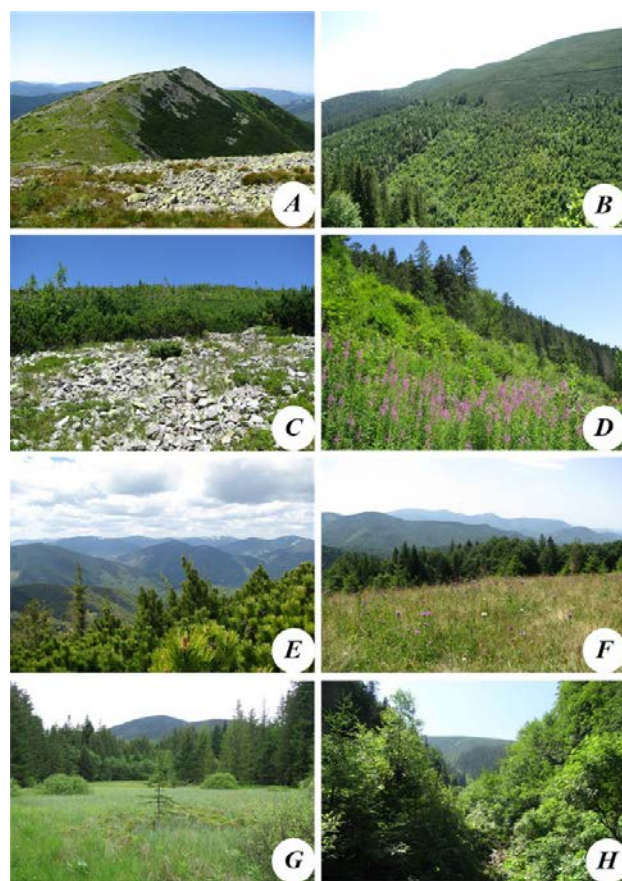


Fig. 2. Main types of habitats of Syniohora National Nature Park: A – alpine rocky heathland, Mt Syvulia; B – tree line and subalpine scrub above, Polonyna Ruschyna; C – subalpine dwarf pinewood and screes, Mt Syvulia; D – tall-grass community of overgrown clearing in a spruce forest, Bystrytsia Solotvynska river valley; E – subalpine dwarf pinewood against the backdrop of the Central Gorgans panorama, Mt Ihrovets; F – montane mesophile hay meadow, Polonyna Ripna; G – montane fen, Lysytsia site; H – riparian thickets of mountain stream valley, Stara Huta vicinity

sponding reference. Species erroneously listed for the Park are placed in square brackets without numbers [...], while doubtful species are marked with a question mark (?). In both cases, relevant reasonable comments are provided.

The species protected at the regional, national, or international levels are marked with exclamation (!), with an indication of the relevant protection lists where they are included.

History of research on the araneo- and entomofauna of the Park

No special studies of the Park's araneofauna have been conducted until 2022, and old collections from the territory now belonging to the Park are limited to only a few specimens. In particular, specimens of three species labeled "Plajek-Gorgan", 1934 from the collection of the Polish arachnologist S. Pilawski are deposited in the Natural History Museum of the University of Wrocław, Poland (Hirna 2015: as Gajek-Gorgan).

In 2023, based on the modern materials collected by A. Hirna, which formed the basis of this work, data on the discovery of *Zelotes similis* (Kulczyński, 1887) in Ukraine was published (Hirna, Yanul 2023). All other spider species included in the taxonomic list are reported for the Park's territory for the first time. Some of the data for 2022-2024 on the diversity of the group is included in the Chronicles of Nature of the Syniohora National Nature Park, which reflects the research of the corresponding years; these records also contain information on the specific sampling localities.

Until recently, research on the entomofauna in the area that is now part of the Park was very sporadic and fragmentary. The first information about insects from this area can be found in the works of M. Łomnicki (Łomnicki 1878a; 1878b; 1880). However, for the next almost 100 years, this area was overlooked by entomologists, and the next sporadic entomofaunal studies were conducted in the 1970s by Ye. M. Savchenko, who studied dipterans (Savchenko 1982; 1985; 1986). After that, there was another pause, which lasted until 1992, when S. H. Popov studied hymenopterans on Mount Ihrovets and in its vicinity (Popov, Pliushch 2004). Finally, more or less intensive and regular studies of the Park's entomofauna began in the 2000s and are associated with the work of professors and students of the Faculty of Natural Sciences of the Vasyl Stefanyk Carpathian National University – R. M. Bidychak, A. Y. Bobyliak, Ya. V. Ilnytskyi, S. Ya. Melnyk, P. S. Mykytsei, A. M. Nykolin, V. S. Pushkar, V. Yu. Shparyk,

A. H. Sirenko, V. R. Tretiak, O. O. Varga, V. V. Zabroda, A. M. Zamoroka, R. M. Zhyrak, and others.

Since the Park began operating, research into biodiversity, including entomofauna, has been conducted by I. M. Fufalko, a researcher associate in the scientific department. Scientists from a number of other scientific institutions are also involved in the inventory of the Park's entomofauna, including O. O. Varga from the Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine; Yu. M. Geryak and Yu. V. Kanarsky from the Institute of Ecology of the Carpathians of the National Academy of Sciences of Ukraine; S. V. Glotov, V. I. Diedus, and V. B. Rizun from the State Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine; A. M. Zamoroka, A. H. Sirenko, and V. Yu. Shparyk from the Vasyl Stefanyk Carpathian National University, and others. At the same time, recent fragmentary information about insect records in the Park is presented on Internet platforms for collecting, accumulating, and exchanging data on biodiversity – UkrBIN [<https://www.ukrbn.com>], iNaturalist [<https://www.inaturalist.org>], and "Biodiversity of Ukraine" [<http://dc.smnh.org>].

The entomofauna of the Syniohora National Park has been studied very unevenly. Only certain groups, which have been the subject of special research by relevant specialists, can be considered relatively well studied. In particular, thanks to the research of M. Łomnicki, the diversity of the Orthoptera and Coleoptera of the Park has been relatively well covered. Among the latter, the best studied are the Cerambycidae, which have been studied here for many years by A. M. Zamoroka (Zamoroka 2018; 2024). Among other beetle familia, there is current information about findings of Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Chrysomelidae, Cantharidae, Lucanidae, Geotrupidae, Scarabaeidae, Byturidae, Lymexylidae, Tenebrionidae, Coccinellidae, and Curculionidae (Mykytsei 2012; Bureiko, Zamoroka 2024; Rizun 2024; unpublished data from the authors).

Among Diptera, the best studied family is Syrphidae, which has been the subject of special studies by V. Yu. Shparyk and A. H. Sirenko (Shparyk, Sirenko 2006; 2013; Shparyk 2012; 2013; Sirenko, Shparyk 2008; 2014). Other families of the order remain poorly studied or have not been studied at all.

The order Hymenoptera has been studied very unevenly. In particular, thanks to the many years of work by O. O. Varga (Varga 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2015; Nuzhna, Varga 2015; Varga 2019; 2020; Varga et al. 2020; Varga 2024), the Syniohora territory is one of the best studied in Ukraine in terms of Ichneumonidae. In addition, representatives of

the familia Siricidae (Bobyliak, Sirenko 2009), Tenthredinidae (Zabroda 2007), and Apidae (Zhyrak 2004; 2008) have been studied in the Park. However, the rest of the family remains almost unexplored.

R. M. Bidychak, Yu. M. Geryak, Yu. V. Kanarsky, and Ye. V. Khalaim are working on studying the diversity of Lepidoptera in the Park. As of now, the species diversity of the Rhopalocera here is fairly well known (Popov, Pliushch 2004; unpublished data from the authors), as well as some Heterocera, in particular Drepanidae, Lasiocampidae, Saturniidae, and Sphingidae, and to a lesser extent Geometridae and Noctuoidea. In addition, research has begun on the so-called Microlepidoptera. Information about modern records of Lepidoptera has been transferred to the Park's Nature Chronicle and partially published by the authors (Geryak et al. 2022; Kanarsky et al. 2024).

As for other insect orders in the Park's fauna, only fragmentary information is available on Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Dermaptera, Blattodea, Hemiptera, Trichoptera, Neuroptera, and Mecoptera.

It should be noted that the study of the Park's entomofauna is ongoing, and the taxonomic checklist of identified insects is constantly being updated. In particular, at the time of the Park's creation, 544 species of insects were known here (Proiect ... 2021; Zamoroka 2022). However, in 2023, 618 species were already identified (Fufalko 2024), and as a result of field studies in 2024, another 318 insect species new to the Park were found (Geryak et al. 2025).

Results

As a result of study of the known literary sources, scientific reports and nature chronicles, Internet resources containing information about invertebrates from the studied territory, as well as a summary of unpublished materials from our own research, it was established that 177 species of 24 families of the order Araneae (class Arachnida) and 1,300 species of 142 families and 14 orders of the class Insecta have been currently recorded in the Park.

Systematic list of spiders (Arachnida: Araneae) and insects (Insecta) of the Syniohora National Nature Park (as of 2025)

PHYLUM ARTHROPODA

CLASS ARACHNIDA

ORDER ARANEAE

Family Agelenidae

1. *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

2. (!) *Coelotes carpathensis* Ovtchinnikov, 1999 – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

3. *Coelotes terrestris* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).

4. *Histopona torpida* (C. L. Koch, 1837) – Hirna (unpublished data).

5. *Inermocoelotes inermis* (L. Koch, 1855) – Hirna (unpublished data).

6. *Tegenaria domestica* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

7. *Tegenaria ferruginea* (Panzer, 1804) – Hirna (unpublished data).

8. *Tegenaria silvestris* L. Koch, 1872 – Hirna (unpublished data).

Family Amaurobiidae

9. *Amaurobius fenestralis* (Ström, 1768) – Hirna (unpublished data).

10. *Callobius claustrarius* (Hahn, 1833) – Hirna (unpublished data).

Family Anyphaenidae

11. *Anyphaena accentuata* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

Family Araneidae

12. *Aculepeira ceropegia* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

13. *Araneus alsine* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

14. *Araneus diadematus* Clerck, 1757 – Hirna (unpublished data).

15. *Araneus marmoreus* Clerck, 1757 – Hirna (unpublished data).

16. *Araneus quadratus* Clerck, 1757 – Hirna (unpublished data).

17. *Araneus sturmi* (Hahn, 1831) – Hirna (unpublished data).

18. *Araniella alpica* (L. Koch, 1869) – Hirna (unpublished data).

19. *Araniella cucurbitina* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

20. *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) – Hirna (unpublished data).

21. *Cyclosa conica* (Pallas, 1772) – Hirna (unpublished data).

22. *Larinioides patagiatus* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

23. *Leviellus stroemi* (Thorell, 1870) – Hirna (unpublished data).

24. *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

25. *Nuctenea umbratica* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

Family **Cheiracanthidae**

26. *Cheiracanthium erraticum* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

27. (!) *Cheiracanthium punctorium* (Villers, 1789) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

Family **Clubionidae**

28. (!) *Clubiona alpicola* Kulczyński, 1882 – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

29. *Clubiona compta* C. L. Koch, 1839 – Hirna (unpublished data).

30. *Clubiona subsultans* Thorell, 1875 – Hirna (unpublished data).

31. *Clubiona trivialis* C. L. Koch, 1843 – Hirna (unpublished data).

Family **Cybaeidae**

32. *Cryphoea silvicola* (C. L. Koch, 1834) – Hirna (unpublished data).

33. *Cybaeus angustiarum* L. Koch, 1868 – Hirna (unpublished data).

Family **Dictynidae**

34. *Dictyna pusilla* Thorell, 1856 – Hirna (unpublished data).

Family **Dolomedidae**

35. *Dolomedes fimbriatus* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

Family **Dysderidae**

36. *Harpactea rubicunda* (C. L. Koch, 1838) – Hirna (unpublished data).

Family **Gnaphosidae**

37. *Drassodes pubescens* (Thorell, 1856) – Hirna (unpublished data).

38. *Drassyllus pusillus* (C. L. Koch, 1833) – Hirna (unpublished data).

39. *Haplodrassus signifer* (C. L. Koch, 1839) – Hirna (unpublished data).

40. *Haplodrassus silvestris* (Blackwall, 1833) – Hirna (unpublished data).

41. *Micaria pulicaria* (Sundevall, 1831) – Hirna (unpublished data).

42. *Zelotes apricorum* (L. Koch, 1876) – Hirna (unpublished data).

43. *Zelotes clivicola* (L. Koch, 1870) – Hirna (unpublished data).

44. *Zelotes similis* (Kulczyński, 1887) – Hirna, Yanul 2023.

45. *Zelotes subterraneus* (C. L. Koch, 1833) – Hirna (unpublished data).

Family **Hahniidae**

46. *Antistea elegans* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).

47. (!) *Hahnina pusilla* C. L. Koch, 1841 – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

Family **Linyphiidae**

48. *Agyneta rurestris* (C. L. Koch, 1836) – Hirna (unpublished data).

49. (!) *Anguliphantes tripartitus* (Miller & Svatoň, 1978) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

50. *Asthenargus paganus* (Simon, 1884) – Hirna (unpublished data).

51. *Bathypantes nigrinus* (Westring, 1851) – Hirna (unpublished data).

52. (!) *Bathypantes similis* Kulczyński, 1894 – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

53. *Bolyphantes alticeps* (Sundevall, 1833) – Hirna (unpublished data).

54. *Centromerus arcanus* (O. Pickard-Cambridge, 1873) – Hirna (unpublished data).

55. (!) *Centromerus cavernarum* (L. Koch, 1872) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

56. *Centromerus pabulator* (O. Pickard-Cambridge, 1875) – Hirna (unpublished data).

57. *Centromerus sellarius* (Simon, 1884) – Hirna (unpublished data).

58. (!) *Centromerus silvicola* (Kulczyński, 1887) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

59. *Centromerus sylvaticus* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).

60. *Ceratinella brevis* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).

61. *Ceratinella brevipes* (Westring, 1851) – Hirna (unpublished data).

62. *Diplocephalus latifrons* (O. Pickard-Cambridge, 1863) – Hirna (unpublished data).

63. *Diplocephalus picinus* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).

64. *Diplostyla concolor* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
65. *Dismodicus elevatus* (C. L. Koch, 1838) – Hirna (unpublished data).
66. *Drapetisca socialis* (Sundevall, 1833) – Hirna (unpublished data).
67. *Erigone dentipalpis* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
68. *Floronia bucculenta* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
69. *Gonatium rubellum* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).
70. (!) *Kaestneria torrentum* (Kulczyński, 1882) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).
71. *Leptorhoptrum robustum* (Westring, 1851) – Hirna (unpublished data).
72. *Linyphia triangularis* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
73. *Macrargus rufus* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
74. (!) *Maro minutus* O. Pickard-Cambridge, 1907 – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).
75. *Maso sundevalli* (Westring, 1851) – Hirna (unpublished data).
76. *Metopobactrus prominulus* (O. Pickard-Cambridge, 1873) – Hirna (unpublished data).
77. *Microlinyphia pusilla* (Sundevall, 1830) – Hirna (unpublished data).
78. *Microneta viaria* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).
79. *Minyriolus pusillus* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
80. *Mughiphantes mughi* (Fickert, 1875) – Hirna (unpublished data).
81. *Neriere clathrata* (Sundevall, 1830) – Hirna (unpublished data).
82. *Neriere emphana* (Walckenaer, 1841) – Hirna (unpublished data).
83. *Neriere montana* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
84. *Neriere peltata* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
85. *Neriere radiata* (Walckenaer, 1841) – Hirna (unpublished data).
86. *Oedothorax agrestis* (Blackwall, 1853) – Hirna (unpublished data).
87. *Oedothorax fuscus* (Blackwall, 1834) – Hirna (unpublished data).
88. (!) *Oedothorax gibbifer* (Kulczyński, 1882) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).
89. *Oedothorax gibbosus* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).
90. (!) *Palliduphantes milleri* (Starega, 1972) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).
91. *Pelecopsis elongata* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
92. *Pelecopsis radiculicola* (L. Koch, 1872) – Hirna (unpublished data).
93. *Porrhomma convexum* (Westring, 1851) – Hirna (unpublished data).
94. *Saloca kulczyinskii* Miller & Kratochvíl, 1939 – Hirna (unpublished data).
95. *Sintula corniger* (Blackwall, 1856) – Hirna (unpublished data).
96. *Stemonyphantes lineatus* (Linnaeus, 1758) – Hirna (unpublished data).
97. *Tallusia experta* (O. Pickard-Cambridge, 1871) – Hirna (unpublished data).
98. *Tapinocyba affinis* Lessert, 1907 – Hirna (unpublished data).
99. *Tapinocyba pallens* (O. Pickard-Cambridge, 1873) – Hirna (unpublished data).
100. *Taranucnus beskidicus* Hirna, 2018 – Hirna (unpublished data).
101. (!) *Taranucnus setosus* (O. Pickard-Cambridge, 1863) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).
102. *Tenuiphantes alacris* (Blackwall, 1853) – Hirna (unpublished data).
103. *Tenuiphantes cristatus* (Menge, 1866) – Hirna (unpublished data).
104. *Tenuiphantes flavipes* (Blackwall, 1854) – Hirna (unpublished data).
105. *Tenuiphantes mengei* (Kulczyński, 1887) – Hirna (unpublished data).
106. *Tenuiphantes tenebricola* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
107. *Thyreosthenius parasiticus* (Westring, 1851) – Hirna (unpublished data).
108. *Walckenaeria alticeps* (Denis, 1952) – Hirna (unpublished data).
109. *Walckenaeria atrotibialis* (O. Pickard-Cambridge, 1878) – Hirna (unpublished data).
110. *Walckenaeria cuspidata* Blackwall, 1833 – Hirna (unpublished data).
111. *Walckenaeria dysderoides* (Wider, 1834) – Hirna (unpublished data).
112. *Walckenaeria furcillata* (Menge, 1869) – Hirna (unpublished data).

113. *Walckenaeria mitrata* (Menge, 1868) – Hirna (unpublished data).

Family **Lycosidae**

114. *Alopecosa aculeata* (Clerck, 1757) – Hirna 2015: revision of S. Pilawski's collection; Hirna (unpublished data).

115. *Alopecosa cuneata* (Clerck, 1757) – Hirna 2015: revision of S. Pilawski's collection

116. *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

117. *Alopecosa taeniata* (C. L. Koch, 1835) – Hirna (unpublished data).

118.(!) *Arctosa cinerea* Fabricius, 1777 – Hirna (unpublished data) Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

119.(!) *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

120. *Pardosa agrestis* (Westring, 1861) – Hirna (unpublished data).

121. *Pardosa alacris* (C. L. Koch, 1833) – Hirna (unpublished data).

122. *Pardosa amentata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

123. *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

124. (!) *Pardosa nigra* (C. L. Koch, 1834) – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).

125. *Pardosa palustris* (Linnaeus, 1758) – Hirna (unpublished data).

126. *Pardosa prativaga* (L. Koch, 1870) – Hirna (unpublished data).

127. *Pardosa pullata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

128. *Pardosa riparia* (C. L. Koch, 1833) – Hirna (unpublished data).

129. *Piratula hygrophila* (Thorell, 1872) – Hirna (unpublished data).

130. *Piratula knorri* (Scopoli, 1763) – Hirna (unpublished data).

131. *Piratula latitans* (Blackwall, 1841) – Hirna (unpublished data).

132. *Trochosa ruricola* (De Geer, 1778) – Hirna (unpublished data).

133. *Trochosa spinipalpis* (F. O. Pickard-Cambridge, 1895) – Hirna 2015: revision of S. Pilawski's collection

134. *Trochosa terricola* Thorell, 1856 – Hirna (unpublished data).

135. *Xerolycosa nemoralis* (Westring, 1861) – Hirna (unpublished data).

Family **Miturgidae**

136. *Zora spinimana* (Sundevall, 1833) – Hirna (unpublished data).

Family **Philodromidae**

137. *Philodromus aureolus* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

138. *Philodromus collinus* C. L. Koch, 1835 – Hirna (unpublished data).

139. *Tibellus oblongus* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

Family **Pholcidae**

140. *Pholcus alticeps* Spassky, 1932 – Hirna (unpublished data).

141. *Pholcus opilionoides* (Schrank, 1781) – Hirna (unpublished data).

Family **Phrurolithidae**

142. *Phrurolithus festivus* (C. L. Koch, 1835) – Hirna (unpublished data).

Family **Pisauridae**

143. *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

Family **Salticidae**

144. *Attulus caricis* (Westring, 1861) – Hirna (unpublished data).

145. *Attulus rupicola* (C. L. Koch, 1837) – Hirna (unpublished data).

146. *Ballus chalybeius* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

147. *Dendryphantus rudis* (Sundevall, 1833) – Hirna (unpublished data).

148. *Euophrys frontalis* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).

149. *Evarcha arcuata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

150. *Evarcha falcata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).

151. *Neon reticulatus* (Blackwall, 1853) – Hirna (unpublished data).

Family **Segestriidae**

152. *Segestria senoculata* (Linnaeus, 1758) – Hirna (unpublished data).

Family **Tetragnathidae**

153. *Metellina mendei* (Blackwall, 1869) – Hirna (unpublished data).

154. *Metellina segmentata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
 155. *Pachygnatha clercki* Sundevall, 1823 – Hirna (unpublished data).
 156. *Pachygnatha listeri* Sundevall, 1830 – Hirna (unpublished data).
 157. *Tetragnatha dearmata* Thorell, 1873 – Hirna (unpublished data).
 158. *Tetragnatha pinicola* L. Koch, 1870 – Hirna (unpublished data).
 Family **Theridiidae**
 159. *Enoplognatha ovata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
 160. *Neottiura bimaculata* (Linnaeus, 1767) – Hirna (unpublished data).
 161. *Parasteatoda lunata* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
 162. *Parasteatoda simulans* (Thorell, 1875) – Hirna (unpublished data).
 163. *Parasteatoda tepidariorum* (C. L. Koch, 1841) – Hirna (unpublished data).
 164. *Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881) – Hirna (unpublished data).
 165. *Phylloneta sisypbia* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
 166. *Platnickina tincta* (Walckenaer, 1802) – Hirna (unpublished data).
 167. *Robertus lividus* (Blackwall, 1836) – Hirna (unpublished data).
 168. (!) *Robertus scoticus* Jackson, 1914 – Hirna (unpublished data). Listed in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014).
 169. *Steatoda bipunctata* (Linnaeus, 1758) – Hirna (unpublished data).
 170. *Theridion varians* Hahn, 1833 – Hirna (unpublished data).

Family **Thomisidae**

171. *Diaea dorsata* (Fabricius, 1777) – Hirna (unpublished data).
 172. *Misumena vatia* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
 173. *Ozyptila trux* (Blackwall, 1846) – Hirna (unpublished data).
 174. *Xysticus audax* (Schrank, 1803) – Hirna (unpublished data).
 175. *Xysticus bifasciatus* C. L. Koch, 1837 – Hirna (unpublished data).
 176. *Xysticus cristatus* (Clerck, 1757) – Hirna (unpublished data).
 177. *Xysticus ulmi* (Hahn, 1831) – Hirna (unpublished data).

CLASS **INSECTA**

ORDER **EPHEMEROPTERA**

Family **Baetidae**

1. *Baetis rhodani* (Pictet, 1845) – Project ... 2021.
 2. *Baetis vernus* Curtis, 1834 – Project ... 2021.

Family **Ephemerellidae**

3. *Serratella ignita* (Poda, 1761) – Project ... 2021.

Family **Heptageniidae**

4. *Ecdyonurus dispar* (Curtis, 1834) – Project ... 2021.
 5. *Ecdyonurus venosus* (Fabricius, 1775) – Project ... 2021.
 6. *Rhithrogena gorganica* Klapálek, 1907 – Project ... 2021.
 7. *Rhithrogena semicolorata* (Curtis, 1834) – Project ... 2021.

ORDER **ODONATA**

Suborder **Zygoptera**

Family **Calopterygidae**

8. *Calopteryx splendens* (Harris, 1782) – Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
 9. (!) *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

Suborder **Anisoptera**

Family **Aeshnidae**

10. *Aeshna cyanea* (Müller, 1764) – Project ... 2021.
 11. (!) *Anax imperator* Leach, 1815 – Project ... 2021. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

Family **Gomphidae**

12. *Onychogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Cordulegastridae**

13. (!) *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843 – Zamoroka et al. 2017; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

Family **Libellulidae**

14. *Libellula depressa* Linnaeus, 1758 – Geryak et al. 2025.

ORDER ORTHOPTERA

Suborder **Ensifera**

Family **Tettigoniidae**

15. *Meconema thalassinum* (De Geer, 1773) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
16. *Isophya camptoxypha* (Fieber, 1853) – Łomnicki, 1878; Project ... 2021; iNaturalist.
17. *Phaneroptera falcata* (Poda, 1761) – Łomnicki, 1878; Project ... 2021.
18. *Barbitistes constrictus* (Brunner von Wattenwyl, 1878) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021; iNaturalist.
19. *Tettigonia cantans* (Fuessly, 1775) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
20. *Tettigonia caudata* (Charpentier, 1842) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
21. *Tettigonia viridissima* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
22. *Decticus verrucivorus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.

Family **Gryllidae**

23. *Gryllus campestris* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.; Geryak, Khalaim (unpublished data).
24. *Acheta domesticus* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.

Family **Myrmecophilidae**

25. *Myrmecophilus acervorum* (Panzer, 1799) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.

Family **Gryllotalpidae**

26. *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

Suborder **Caelifera**

Family **Tetrigidae**

27. *Tetrix bipunctata* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
28. *Tetrix subulata* (Linnaeus, 1761) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.

Family **Acrididae**

29. *Miramella alpina* (Kollar, 1833) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
30. *Chorthippus albomarginatus* (De Geer, 1773) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
31. *Chorthippus biguttulus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.

32. *Chorthippus dorsatus* (Zetterstedt, 1821) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
33. *Chorthippus vagans* (Eversmann, 1848) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
34. *Chrysochraon dispar* (Germar, 1836) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
35. *Gomphocerippus rufus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
36. *Omocestus viridulus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021; iNaturalist.
37. *Stenobothrus lineatus* (Panzer, 1796) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
38. *Stenobothrus stigmaticus* (Rambur, 1838) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.
39. *Stethophyma grossum* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1878a; 1878b; Project ... 2021.

ORDER PLECOPTERA

Family **Perlidae**

40. *Perla marginata* Panzer, 1799 – Project ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).
41. *Perla pallida* Guérin, 1838 – Project ... 2021.
42. *Isoperla grammatica* (Poda, 1761) – Project ... 2021.

Family **Perlodidae**

43. *Perlodes dispers* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.

Family **Leuctridae**

44. *Leuctra albida* Kempny, 1899 – Project ... 2021.
45. *Leuctra fusca* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.

Family **Nemouridae**

46. *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783) – Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

ORDER DERMAPTERA

Family **Forficulidae**

47. *Forficula auricularia* Linnaeus, 1758 – Project ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).
48. *Chelidura acanthopygia* (Gene, 1832) – Geryak et al. 2025.

ORDER BLATTODEA

Family **Ectobiidae**

49. *Ectobius (Ectobius) lapponicus* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

ORDER HEMIPTERA

Suborder Sternorrhyncha

Family Coccidae

50. *Pulvinaria* sp. – iNaturalist.

Family Adelgidae

51. *Adelges abietis* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

Suborder Auchenorrhyncha

Family Cercopidae

52. *Cercopis sanguinolenta* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025; UkrBIN.

53. *Cercopis vulnerata* Rossi, 1807 – Geryak et al. 2025.

Family Cicadellidae

54. *Evacanthus interruptus* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

Family Aphrophoridae

55. *Aphrophora alni* Fallén, 1805 – iNaturalist.

56. *Aphrophora salicina* (Goeze, 1778) – iNaturalist.

Suborder Heteroptera

Family Miridae

57. *Calocoris affinis* (Herrich-Schäffer, 1835) – iNaturalist.

58. *Deraeocoris ruber* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

59. *Stenodema holsata* (Fabricius, 1787) – iNaturalist.

Family Nabidae

60. *Nabis limbatus* Dahlbom, 1851 – iNaturalist.

Family Tingidae

61. *Corythucha arcuata* (Say, 1832) – iNaturalist.

Family Coreidae

62. *Coreus marginatus* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

Family Pentatomidae

63. *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

64. *Graphosoma italicum* (O.F. Müller, 1766) – Geryak et al. 2025.

65. *Palomena prasina* (Linnaeus, 1761) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.

66. *Pentatoma rufipes* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

67. *Picromerus bidens* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

Family Pyrrhocoridae

68. *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

ORDER HYMENOPTERA

Suborder Symphyta

Family Cimbicidae

69. *Cimbex connatus* (Schrank, 1776) – Geryak et al. 2025.

Family Tenthredinidae

70. *Eriocampa ovata* (Linnaeus, 1760) – iNaturalist.

71. *Euura proxima* (Serville, 1823) – iNaturalist.

72. *Nematus fuscipennis* (Serville, 1823) – iNaturalist.

73. *Nematus steini* Blank, 1998 – iNaturalist.

74. *Pontania proxima* (Serville, 1823) – iNaturalist.

75. *Tenthredo campestris* Linnaeus, 1758 – Zabroda 2007; Sirenko, Zabroda 2013.

76. *Tenthredo albicornis* Geoffroy, 1785 – Zabroda 2007; Sirenko, Zabroda 2013.

77. *Tenthredo velox* Fabricius, 1798 – Zabroda 2007; Sirenko, Zabroda 2013.

Family Siricidae

78. *Sirex noctilio* Fabricius, 1773 – Bobyliak, Sirenko 2009.

79. *Tremex fuscicornis* (Fabricius, 1787) – Bobyliak, Sirenko 2009.

80. (!) *Urocerus augur* (Klug, 1803) – Bobyliak, Sirenko 2009. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

81. *Urocerus gigas* (Linnaeus, 1758) – Bobyliak, Sirenko 2009; Geryak, Khalaim (unpublished data).

82. *Xeris spectrum* (Linnaeus, 1758) – Bobyliak, Sirenko 2009.

Suborder Apocrita

Family Cynipidae

83. *Diplolepis rosae* (Linnaeus, 1758) – “Biodiversity of Ukraine”.

Family Ichneumonidae

84. *Arotes albicinctus* Gravenhorst, 1829 – Varga 2024.

85. *Coleocentrus excitator* (Poda, 1761) – Varga 2013.

86. *Adelognathus acantholydae* Kasparyan, 1986 – Varga 2024.

87. *Adelognathus dorsalis* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2024.

88. *Adelognathus nigrifrons* Holmgren, 1857 – Varga 2024.
89. *Adelognathus obscurus* Kasparyan, 1986 – Varga 2024.
90. *Adelognathus pilosus* Thomson, 1888 – Varga 2024.
91. *Adelognathus pusillus* Holmgren, 1857 – Varga 2024.
92. *Agriotypus armatus* Curtis, 1832 – Varga 2024.
93. *Agrypon anxium* (Wesmael, 1849) – Nuzhna, Varga 2015.
94. *Agrypon flexorium* (Thunberg, 1824) – Nuzhna, Varga 2015; Proiect ... 2021.
95. *Heteropelma amictum* (Fabricius, 1775) – Nuzhna, Varga 2015; Proiect ... 2021.
96. *Heteropelma megarthrum* (Ratzeburg, 1848) – Nuzhna, Varga 2015; Proiect ... 2021.
97. *Therion circumflexum* (Linnaeus, 1758) – Nuzhna, Varga 2015; Proiect ... 2021.
98. *Therion giganteum* (Gravenhorst, 1829) – Nuzhna, Varga 2015; Proiect ... 2021.
99. *Cryptopimpla anomala* (Holmgren, 1860) – Varga 2024.
100. *Leptocampoplex cremastoides* (Holmgren, 1860) – Varga 2024.
101. *Rhimphoctona longicauda* Horstmann, 1980 – Varga 2017b; Proiect ... 2021.
102. *Rhimphoctona obscuripes* (Holmgren, 1860) – Varga 2017b.
103. *Rhimphoctona pectoralis* (Kriechbaumer, 1890) – Varga 2017b.
104. *Rhimphoctona rufocoxalis* (Clément, 1924) – Varga 2017b.
105. *Rhimphoctona teredo* (Hartig, 1847) – Varga 2017b; Proiect ... 2021.
106. *Collyria trichophthalma* (Thomson, 1877) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
107. *Demopheles corruptor* (Taschenberg, 1865) – Varga 2024.
108. *Echthrus reluctator* (Linnaeus, 1758) – Varga 2024.
109. *Cylloceria caligata* (Gravenhorst, 1829) – Varga, Kostro-Ambroziak 2021.
- [*Diplazon flixi* Klopstein, 2014] – Proiect ... 2021. Incorrect indication (report by O. Varga).
110. *Diplazon laetatorius* (Fabricius, 1781) – Varga 2020.
111. *Diplazon pectoratorius* (Thunberg, 1822) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
112. *Diplazon scutatorius* Teunissen, 1943 – Varga 2024.
113. *Enizemum ornatum* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2020.
114. *Homotropus collinus* (Stelfox, 1941) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
115. *Homotropus elegans* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2020.
116. *Homotropus megaspis* (Thomson, 1890) – Varga 2020; 2024.
117. *Homotropus pictus* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
118. *Homotropus signatus* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2024.
119. *Promethes melanaspis* (Thomson, 1890) – Varga 2020.
120. *Sussaba dorsalis* (Holmgren, 1858) – Varga 2020.
121. *Sussaba pulchella* (Holmgren, 1858) – Varga 2020; 2024.
122. *Sussaba punctiventris* (Thomson, 1890) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
123. *Syrphoctonus fissorius* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2020.
124. *Syrphoctonus tarsatorius* (Panzer, 1809) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
125. *Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2024.
126. *Syrphophilus tricinctorius* (Thunberg, 1822) – Varga 2020.
127. *Tymmophorus obscuripes* (Holmgren, 1858) – Varga 2020.
128. *Woldstedtius biguttatus* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2024.
129. *Woldstedtius citropectoralis* (Schmiedeknecht, 1926) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
130. *Woldstedtius flavolineatus* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2020; Proiect ... 2021.
131. *Euceros serricornis* (Haliday, 1838) – Varga 2024.
132. *Coelichneumon nobilis* (Wesmael, 1857) – Varga et al., 2020; Proiect ... 2021.
133. *Coelichneumon sugillatorius* (Linnaeus, 1758) – Varga et al. 2020; Proiect ... 2021.
134. *Syspasis tauma* (Heinrich, 1951) – Varga et al. 2020; Proiect ... 2021.
135. *Amblyteles armatorius* (Forster, 1771) – Varga et al. 2020; Proiect ... 2021.
136. *Aoplus altercator* (Wesmael, 1855) – Varga et al. 2020; Proiect ... 2021.
137. *Aoplus defraudator* (Wesmael, 1845) – Varga et al. 2020; Proiect ... 2021.
138. *Aoplus ochropis* (Gmelin, 1790) – Varga et al. 2020; Proiect ... 2021.

139. *Cratichneumon dissimilis* (Gravenhorst, 1829) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
140. *Cratichneumon flavifrons* (Schränk, 1781) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
141. *Cratichneumon rufifrons* (Gravenhorst, 1829) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
142. *Cratichneumon viator* (Scopoli, 1763) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
143. *Diphyus latebricola* (Wesmael, 1845) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
144. *Diphyus mercatorius* (Fabricius, 1793) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
145. *Diphyus trifasciatus* (Gravenhorst, 1829) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
146. *Homotherus berthoumieuvi* (Pic, 1899) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
147. *Homotherus varipes* (Gravenhorst, 1829) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
148. *Ichneumon cessator* Müller, 1776 – Varga et al., 2020; Project ... 2021.
149. *Ichneumon formosus* Gravenhorst, 1829 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
150. *Ichneumon freyi* Kriechbaumer, 1880 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
151. *Ichneumon fulvicornis* Gravenhorst, 1829 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
152. *Ichneumon gracilentus* Wesmael, 1845 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
153. *Ichneumon gracilicornis* Gravenhorst, 1829 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
154. *Ichneumon ingratus* (Hellén, 1951) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
155. *Ichneumon primatorius* Forster, 1771 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
156. *Ichneumon simulans* Tischbein, 1873 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
157. *Ichneumon stramentarius* Gravenhorst, 1820 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
158. *Ichneumon submarginatus* Gravenhorst, 1829 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
159. *Limerodops unilineatus* (Gravenhorst, 1829) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
160. *Patrocloides sputator* (Fabricius, 1793) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
161. *Thyrateles camelinus* (Wesmael, 1845) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
162. *Thyrateles haereticus* (Wesmael, 1854) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
163. *Eriplatys sawoniewiczzi* Diller, 1993 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
164. *Misetus oculatus* Wesmael, 1845 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
165. *Stenodontus marginellus* (Gravenhorst, 1829) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
166. *Tycherus capitosus* (Holmgren, 1890) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
167. *Tycherus flavidens* (Wesmael, 1845) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
168. *Tycherus flavoclypeatus* Strobl, 1901 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
169. *Tycherus fuscibucca* (Berthoumieu, 1901) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
170. *Tycherus osculator* (Thunberg, 1822) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
171. *Tycherus parvitor* Aubert, 1982 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
172. *Tycherus planipectus* (Holmgren, 1890) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
173. *Tycherus septentrionalis* (Holmgren, 1890) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
174. *Astiphromma splenium* (Curtis, 1833) – Riedel, Varga 2019.
175. *Astiphromma striatum* (Brischke, 1880) – Riedel, Varga 2019.
176. *Astiphromma varipes* (Holmgren, 1860) – Riedel, Varga 2019.
177. *Cyclolabus axillatorius* (Thunberg, 1824) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
178. *Platylabus rufus* Wesmael, 1845 – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
179. *Platymischos bassicus* (Tischbein, 1868) – Varga et al. 2020; Project ... 2021.
180. *Mesochorus alpigenus* Strobl, 1904 – Riedel, Varga 2022.
181. *Mesochorus angustatus* Thomson, 1886 – Riedel, Varga 2022.
182. *Mesochorus atriventris* Cresson, 1872 – Riedel, Varga 2022.
183. *Mesochorus curvulus* Thomson, 1886 – Riedel, Varga 2022.
184. *Mesochorus frondosus* Schwenke, 1999 – Riedel, Varga 2022.
185. *Mesochorus fulgurans* Curtis, 1833 – Riedel, Varga 2022.
186. *Mesochorus gemellus* Holmgren, 1860 – Riedel, Varga 2022.
187. *Mesochorus globulator* (Thunberg, 1822) – Riedel, Varga 2022.
188. *Mesochorus laricis* Hartig, 1838 – Riedel, Varga 2022.
189. *Mesochorus marginatus* Thomson, 1886 – Riedel, Varga 2022.
190. *Mesochorus pectinipes* Bridgman, 1883 – Riedel, Varga 2022.

191. *Mesochorus pictilis* Holmgren, 1860 – Riedel, Varga 2022.
192. *Mesochorus politus* Gravenhorst, 1829 – Riedel, Varga 2022.
193. *Mesochorus punctipleuris* Thomson, 1886 – Riedel, Varga 2022.
194. *Mesochorus rubeculus* Hartig, 1838 – Riedel, Varga 2022.
195. *Mesochorus tachypus* Holmgren, 1860 – Riedel, Varga 2022.
196. *Mesochorus testaceus* Gravenhorst, 1829 – Riedel, Varga 2022.
197. *Mesochorus thomsonii* Dalla Torre, 1901 – Riedel, Varga 2022.
198. *Mesochorus vitticollis* Holmgren, 1860 – Riedel, Varga 2022.
199. *Batakamacrus karelicus* Humala, 2010 – Varga 2024.
200. *Batakamacrus subarcticus* Humala, 2010 – Varga 2024.
201. *Dialipsis exilis* Forster, 1871 – Varga 2024.
202. *Neurateles papyraceus* Ratzeburg, 1848 – Varga 2024.
203. *Delomerista pfankuchi* Brauns, 1905 – Varga 2018c; Proiect ... 2021.
204. *Dolichomitius aciculatus* (Hellen, 1915) – Varga 2014a.
205. (!) *Dolichomitius cephalotes* (Holmgren, 1860) – Varga 2012; 2014a. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021).
206. *Dolichomitius curticornis* (Perkins, 1943) – Varga 2014a.
207. *Dolichomitius diversicostae* (Perkins, 1943) – Varga 2014a.
208. *Dolichomitius imperator* (Kriechbaumer, 1854) – Varga 2014a.
209. *Dolichomitius mesocentrus* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2014a.
210. *Dolichomitius quercicolus* Zwakhals, 2010 – Varga 2014a.
211. *Dolichomitius terebrans* (Ratzeburg, 1844) – Varga 2014a.
212. *Dolichomitius tuberculatus* (Geoffroy, 1785) – Varga 2014a.
213. *Endromopoda detrita* (Holmgren, 1860) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
214. *Endromopoda nigricoxis* (Ulbricht, 1910) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
215. *Ephialtes duplicauda* Heinrich, 1949 – Varga 2019; Proiect ... 2021.
216. *Exeristes longiseta* (Ratzeburg, 1844) – Varga 2017a; Proiect ... 2021.
217. *Exeristes roborator* (Fabricius, 1793) – Varga 2017a.
218. *Liotryphon crassiseta* (Thomson, 1877) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
219. *Paraperithous gnathaulax* (Thomson, 1877) – Varga 2019.
220. *Scambus alpestrator* Aubert, 1966 – Varga 2019.
221. *Scambus buolianae* (Hartig, 1838) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
222. *Scambus inanis* (Schrank, 1802) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
223. *Scambus nigricans* (Thomson, 1877) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
224. *Scambus sagax* (Hartig, 1838) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
225. *Scambus signatus* (Pfeffer, 1913) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
226. *Scambus strobilorum* (Ratzeburg, 1848) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
227. *Townesia tenuiventris* (Holmgren, 1860) – Varga 2019; Proiect ... 2021.
228. *Tromatobia ovivora* (Boheman, 1821) – Varga 2018a; Proiect ... 2021.
229. *Apechthis quadridentata* (Thomson, 1877) – Varga 2018b.
230. *Apechthis rufata* (Gmelin, 1870) – Varga 2018b.
231. *Itopectis alternans* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2018b.
232. *Itopectis aterrima* Jussila, 1965 – Varga 2018b.
233. *Itopectis insignis* Perkins, 1957 – Varga 2018b.
234. *Itopectis maculator* (Fabricius, 1775) – Varga 2018b.
235. *Pimpla arctica* Zetterstedt, 1838 – Varga 2018b.
236. *Pimpla flavicoxis* Thomson, 1877 – Varga 2018b.
237. *Pimpla insignatoria* (Gravenhorst, 1807) – Varga 2018b.
238. *Pimpla turionellae* (Linnaeus, 1758) – Varga 2018b.
239. *Deuteroxorides elevator* (Panzer, 1799) – Varga 2015.
240. *Neoxorides collaris* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2015.
241. *Poemenia brachyura* Holmgren, 1860 – Varga 2015.
242. *Poemenia hectica* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2015.

243. *Pseudorhyssa nigricornis* (Ratzeburg, 1852) – Varga 2015.
244. (!) *Megarhyssa rixator* (Schellenberg, 1802) – Varga 2014b; “Biodiversity of Ukraine”. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021).
245. *Rhyssa amoena* Gravenhorst, 1829 – Varga 2014b; “Biodiversity of Ukraine”.
246. (!) *Rhyssa kriechebaumeri* Ozols, 1973 – Varga 2014b; “Biodiversity of Ukraine”. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021).
247. *Rhyssa persuasoria* (Linnaeus, 1758) – Varga 2014b; “Biodiversity of Ukraine”.
248. *Astrenis nigrifacies* Vikberg, 2000 – Varga 2023.
249. *Phrudus defectus* Stelfox, 1966 – Varga 2023.
250. *Ctenochira propinqua* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2024.
251. *Eclytus multicolor* (Kriechebaumer, 1896) – Varga 2024.
252. *Exenterus amictorius* (Panzer, 1801) – Varga 2024.
253. *Hercus fontinalis* (Holmgren, 1857) – Varga 2024.
254. *Polyblastus tener* Habermehl, 1909 – Varga 2024.
255. *Ischnoceros rusticus* (Geoffroy, 1785) – Varga 2014c.
256. *Odontocolon dentipes* (Gmelin, 1790) – Varga 2014c.
257. *Odontocolon geniculatum* (Kriechebaumer, 1889) – Varga 2014c.
258. *Odontocolon punctulatum* (Thomson, 1877) – Varga 2014c.
259. *Odontocolon spinipes* (Gravenhorst, 1829) – Varga 2014c.
260. *Xorides brachylabis* (Kriechebaumer, 1889) – Varga 2014d.
261. *Xorides gravenhorstii* (Curtis, 1831) – Varga 2014d.

Family **Mutillidae**

262. *Mutilla marginata* Baer, 1848 – iNaturalist.

Family **Vespidae**

263. *Polistes* sp. – iNaturalist.
264. *Vespa crabro* Linnaeus, 1758 – Project ... 2021.
265. *Vespula germanica* (Fabricius, 1793) – Project ... 2021.

Family **Formicidae**

266. *Formica fusca* Linnaeus, 1758 – iNaturalist.

267. *Formica rufa* Linnaeus, 1761 – iNaturalist.
268. *Formica sanguinea* Latreille, 1798 – iNaturalist.
269. *Formica truncorum* Fabricius, 1804 – iNaturalist.
270. *Myrmica* sp. – iNaturalist.
- Family **Andrenidae**
271. *Andrena* sp. – iNaturalist.

Family **Apidae**

272. *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
273. *Bombus barbutellus* (Kirby, 1802) – Zhyrak 2008.
274. *Bombus distinguendus* Morawitz, 1869 – Zhyrak 2004; 2008.
275. *Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761) – Rymarchuk et al., 2002; Zhyrak 2004; 2008.
276. *Bombus lapidarius* (Linnaeus 1758) – Zhyrak 2004; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Khalaim (unpublished data).
277. *Bombus lucorum* (Linnaeus 1761) – Rymarchuk et al. 2002; Zhyrak 2004; 2008; Project ... 2021; iNaturalist.
278. *Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763) – Rymarchuk et al. 2002 (-*agrorum*); Zhyrak 2004; 2008; iNaturalist; UkrBIN.
279. *Bombus pratorum* (Linnaeus 1758) – Zhyrak 2004; 2008; Project ... 2021; iNaturalist.
280. (!) *Bombus pyrenaicus* (Perez 1758) – Zhyrak 2008; Project ... 2021; iNaturalist. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (Chervona ... 2011).
281. *Bombus ruderalis* (Müller, 1776) – “Biodiversity of Ukraine”.
282. *Bombus rupestris* (Fabricius, 1793) – Zhyrak 2008.
283. *Bombus terrestris* (Linnaeus 1758) – Rymarchuk et al. 2002; Zhyrak 2004; 2008; Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
284. *Bombus vestalis* (Geoffroy, 1785) – Zhyrak 2008.
285. (!) *Bombus wurfleini* (Radoszkowski 1859) – Project ... 2021. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

ORDER **COLEOPTERA**

Suborder **Adephaga**

Family **Dytiscidae**

286. *Agabus bipustulatus* (Linnaeus, 1767) – Łomnicki 1880; Project ... 2021.
287. *Agabus guttatus* (Paykull, 1798) – Łomnicki 1880; Project ... 2021.

288. *Agabus melanarius* Aubé, 1837 – Łomnicki 1880; 1886: - *tarsatus* Zett.
289. *Colymbetes fuscus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
290. *Dytiscus marginalis* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
291. *Hydroporus planus* (Fabricius, 1782) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
292. *Hydroporus pubescens* (Gyllenhal, 1808) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
293. *Platambus maculatus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
294. *Rhantus notaticollis* (Aubé, 1837) – Łomnicki 1880; 1886.

Family Gyrinidae

295. *Gyrinus natator* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family Cicindelidae

296. *Cicindela campestris* Linnaeus, 1758 – Kanarsky, Fufalko (unpublished data).
297. *Cicindela hybrida* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
298. *Cicindela sylvicola* Dejean in Latreille et Dejean, 1822 – Łomnicki 1880; “Biodiversity of Ukraine”.

Family Carabidae

299. *Leistus piceus* (Froelich, 1799) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
300. *Nebria jockischi* (Sturm, 1815) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”.
301. *Nebria reitteri* Rybinski, 1902 – Proiect ... 2021.
302. *Nebria rufescens* (Strom, 1768) – Łomnicki 1880: - *gyllenhalli* Schh.; “Biodiversity of Ukraine”; Rizun 2024.
303. *Nebria transsylvanica* Germar, 1824 – Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
304. *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1779) – Łomnicki 1880; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”.
305. *Carabus arcensis* Herbst, 1784 ssp. *carpathus* Born, 1902 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Rizun 2024; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
306. (!) *Carabus auronitens* Fabricius, 1792 ssp. *escheri* Palliardi, 1825 – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021; Rizun 2024; iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

307. *Carabus cancellatus* Illiger, 1798 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; iNaturalist; Kanarsky (unpublished data).

308. *Carabus coriaceus* Linnaeus, 1758 – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data).

309. *Carabus glabratus* Paykull, 1790 – iNaturalist; Kanarsky (unpublished data).

310. *Carabus granulatus* Linnaeus, 1758 – Geryak, Khalaim (unpublished data).

311. (!) *Carabus fabricii* Duftschmid, 1812 ssp. *ucrainicus* Lazorko, 1951 – Łomnicki 1880; Zamoroka 2004; Zamoroka et al. 2005; Proiect ... 2021; Rizun 2024; iNaturalist; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

312. (!) *Carabus irregularis* Fabricius, 1792 – Proiect ... 2021. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

313. *Carabus linnei* Panzer, 1810 – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

314. *Carabus obsoletus* Sturm, 1815 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

315. *Carabus violaceus* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

316. (!) *Carabus variolosus* Fabricius, 1787 – Łomnicki 1880: - *nodulosus* Creutz.; Proiect ... 2021: - *nodulosus* Creutz.; Rizun 2024; Geryak, Khalaim (unpublished data). Protected under Resolution No. 6 of the Bern Convention.

317. (!) *Carabus zawadzki* Kraatz, 1854 – Łomnicki 1880: - *preissleri* Dft.; Proiect ... 2021; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data). Protected under Resolution No. 6 of the Bern Convention.

318. *Cychrus caraboides* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880: - *rostratus* L.; Proiect ... 2021; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

319. *Trechus carpathicus* Rybiński, 1902 – “Biodiversity of Ukraine”.

320. *Trechus latus* Putzeys, 1847 – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”.

321. *Trechus striatulus* Putzeys, 1847 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.

322. *Bembidion bipunctatum* Linnaeus, 1761 – Łomnicki 1880; Rizun 2024.

323. *Bembidion decorum* (Panzer, 1799) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.

324. *Bembidion glaciale* Heer, 1837 – “Biodiversity of Ukraine”.
325. *Bembidion lampros* (Herbst, 1784) – Łomnicki 1880; Rizun 2024.
326. *Bembidion litorale* Olivier, 1790 – Łomnicki 1880; Rizun 2024.
327. *Bembidion millerianum* Heyden, 1883 – Łomnicki 1880: - *basale* Mill.; Rizun 2024.
328. *Bembidion modestum* Fabricius, 1801 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
329. *Bembidion quadrimaculatum* (Linnaeus, 1761) – Łomnicki 1880: - *4-maculatum* L.; Rizun 2024.
330. *Bembidion tetracolum* Say, 1823 – Proiect ... 2021.
331. *Bembidion tibiale* (Duftschmid, 1812) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
332. *Bembidion varicolor* Fabricius, 1803 – Łomnicki 1880: - *tricolor* F.; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
333. *Bembidion varium* Olivier, 1795) – Proiect ... 2021.
334. *Elaphropus quadrisignatus* (Duftschmid, 1812) – Łomnicki 1880: - *4-signatus* Dft.; Rizun 2024.
335. *Patrobus quadricollis* Miller 1868 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
336. *Tachyta nana* (Gyllenhal, 1810) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
337. (!) *Deltomerus carpathicus* (L. Miller, 1868) – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data). Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
338. *Poecilus lepidus* (Leske, 1785) – Łomnicki 1880; Rizun 2024.
339. *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824) – Kanarsky (unpublished data).
340. *Pterostichus aterrimus* (Herbst, 1784) – “Biodiversity of Ukraine”.
341. (?) (!) *Pterostichus burmeisteri* Heer, 1838 – Proiect ... 2021. This is probably a mistake, as the species does not extend this far east, reaching at most the Skolivski Beskydy and Vododilno-Verkhovynskyi ridges (note by Yu. Kanarsky). The presence of this species in the Park’s fauna needs to be confirmed. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
342. *Pterostichus cordatus* Letzner, 1842) – Łomnicki 1880: - *rufitarsis* Dej.; Proiect ... 2021: - *rufitarsis* Dej.; Rizun 2024.
343. *Pterostichus foveolatus* (Duftschmid, 1812) – Łomnicki 1880; 1886: - *foveolata* v. *interruptestriata* Bz.; Proiect ... 2021; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data).
344. *Pterostichus jurinei* (Panzer, 1803) ssp. *heydeni* Heer, 1838 – Łomnicki 1880; 1886; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data).
345. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) – Geryak et al. 2025.
346. *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
347. *Pterostichus oblongopunctatus* (Fabricius, 1787) – Łomnicki 1880; Rizun 2024.
348. *Pterostichus pilosus* (Host, 1789) – Łomnicki 1880: - *fossulata* Schh.; Proiect ... 2021; Rizun 2024; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
349. *Pterostichus strenuus* (Panzer, 1796) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
350. *Pterostichus unctulatus* Duftschmid, 1812 – Łomnicki 1880: - *subsinuata* Dej.; Proiect ... 2021: - *subsinuatus* Dej.; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Khalaim (unpublished data).
351. *Pterostichus vernalis* (Panzer, 1796) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; “Biodiversity of Ukraine”.
352. *Abax parallelepipedus* (Piller et Mitterpacher, 1783) – Łomnicki 1880: - *striola* F.; Rizun 2024; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
353. *Abax parallelus* (Duftschmid, 1812) – Kanarsky, Fufalko (unpublished data).
354. *Abax schueppeli* Palliardi, 1825 ssp. *rendschmidtii* Germar, 1839 – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
355. *Molops piceus* Bonelli, 1810 – Łomnicki 1880: - *terricola* F.; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data).
356. *Calathus melanocephalus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.
357. *Calathus metallicus* Dejean, 1828 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; Kanarsky (unpublished data).
358. *Synuchus vivalis* Illiger, 1798 – Kanarsky (unpublished data).
359. *Agonum muelleri* Herbst, 1784 – Łomnicki 1880; Rizun 2024.
360. *Platynus assimile* (Paykull, 1790) – Łomnicki 1880: - *junceus* Scop.; Rizun 2024; Kanarsky (unpublished data).
361. *Amara* sp. – Kanarsky, Fufalko (unpublished data).
362. *Harpalus affinis* (Schrank, 1781) – Łomnicki 1880: - *aeneus* F.; Proiect ... 2021: - *aeneus* F.; Rizun 2024.

363. *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774) – Geryak et al. 2025.

364. *Trichotichnus laevicollis* (Duftschmid, 1812) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024; Kanarsky (unpublished data).

365. *Licinus hoffmannseggii* (Panzer, 1797) – Kanarsky, Fufalko (unpublished data).

366. *Lebia cruxminor* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Rizun 2024.

367. *Dyschirius globosus* Herbst, 1784 – “Biodiversity of Ukraine”.

368. *Elaphrus aureus* P.W.J. Müller, 1821 – “Biodiversity of Ukraine”.

Suborder **Polyphaga**

Family **Scirtidae**

369. *Helodes minuta* (Linnaeus, 1767) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Byrrhidae**

370. *Byrrhus fasciatus* (Forster, 1771) – Łomnicki 1880; 1886.

371. *Byrrhus glabratus* Heer, 1841 – Łomnicki 1880.

372. *Byrrhus pilula* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; - *regalis* Steff.; Geryak et al. 2025.

Family **Buprestidae**

373. *Agrilus integerrimus* (Ratzeburg, 1837) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

374. *Agrilus viridis* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021.

375. *Anthaxia quadripunctata* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; iNaturalist; “Biodiversity of Ukraine”.

Family **Elateridae**

376. *Actenicerus sjaelandicus* (Müller, 1764) – Łomnicki 1880; - *tessellatus* L.; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

377. *Adelocera conspersa* (Gyllenhal, 1808) – Mykytsei 2012.

378. *Adrastus axillaris* Erichson, 1841 – Mykytsei 2012.

379. *Adrastus lacertosus* Erichson, 1841 – Mykytsei 2012.

380. *Agriotes lineatus* (Linnaeus, 1758) – Mykytsei 2012.

381. *Agriotes obscurus* (Linnaeus, 1758) – Mykytsei 2012.

382. *Agriotes ustulatus* (Schalerl, 1838) – Mykytsei 2012.

383. *Agrypnus murinus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021.

384. *Ampedus aethiops* (Lacordaire, 1835) – Mykytsei 2012.

385. *Ampedus erythrogonus* (Müller, 1821) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

386. *Ampedus pomorum* (Herbst, 1784) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

387. *Ampedus praeustus* (Fabricius, 1792) – Mykytsei 2012.

388. *Ampedus sanguineus* (Linnaeus, 1758) – Mykytsei 2012.

389. *Ampedus tristis* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

390. *Anostirus purpureus* (Poda, 1761) – Mykytsei 2012.

391. *Athous carpathophilus* Reitter, 1910 – Mykytsei 2012.

392. *Athous haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801) – Kanarsky, Fufalko (unpublished data).

393. *Athous hirtus* (Herbst, 1784) – Mykytsei 2012.

394. *Athous mollis* Reitter, 1910 – Mykytsei 2012.

395. *Athous niger* Linnaeus, 1758 – Mykytsei 2012.

396. *Athous subfuscus* (Müller, 1764) – Łomnicki 1880; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021; UkrBIN.

397. *Athous zebei* Bach, 1852 – Mykytsei 2012.

398. *Cidnopus pilosus* (Leske, 1785) – Mykytsei 2012; iNaturalist.

399. *Ctenicera cuprea* (Fabricius, 1775) – Łomnicki 1880; 1886; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021.

400. *Ctenicera virens* (Schränk, 1781) – Mykytsei 2012; iNaturalist.

401. *Corymbites pectinicornis* Linnaeus, 1758 – Mykytsei 2012; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

402. *Danosoma fasciatum* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

403. *Denticollis linearis* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

404. *Dolopius marginatus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021.

405. *Pheletes aeneoniger* (De Geer, 1774) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

406. *Liotrichus affinis* (Paykull, 1800) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

407. *Melanotus rufipes* (Herbst, 1784) – Mykytsei 2012.

408. *Nothodes parvulus* (Panzer, 1799) – Łomnicki 1880.

409. *Paranomus guttaus* German, 1817 – Mykytsei 2012.

410. *Selatosomus aeneus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

411. *Selatosomus infuscatus* (Eschsholtz, 1829) – Mykytsei 2012.

412. *Sericus brunneus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Mykytsei 2012; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

413. *Synapus filiformis* (Fabricius, 1781) – Mykytsei 2012.

Family Lycidae

414. *Lygistopterus sanguineus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880.

415. *Pyropterus nigroruber* (De Geer, 1774) – Łomnicki 1880; iNaturalist.

Family Lampyridae

416. *Lamprohiza splendidula* (Linnaeus, 1767) – Geryak et al. 2025.

417. *Lampyris noctiluca* (Linnaeus, 1767) – UkrBIN

Family Cantharidae

418. *Ancistronycha erichsonii* Bach, 1854 – Łomnicki 1880.

419. *Cantharis figurata* Mannerheim, 1843 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

420. *Cantharis flavilabris* Fallén, 1807 – Łomnicki 1880: - *ater* L.; Proiect ... 2021.

421. *Cantharis fusca* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

422. *Cantharis livida* Linnaeus 1758 – Turys 2022.

423. *Cantharis obscura* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880.

424. *Cantharis nigricans* (Müller, 1776) – Łomnicki, 1886.

425. *Cantharis pagana* Rosenhauer, 1847 – Łomnicki 1880: - *albomarginatus* Mark.; Proiect ... 2021.

426. *Cantharis pellucida* Fabricius, 1792 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

427. *Cantharis rustica* Fallen, 1807 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

428. *Malthodes flavoguttatus* Kiesenwetter, 1852 – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021; Turys 2022.

429. *Podabrus alpinus* (Paykull, 1798) – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021; iNaturalist.

430. *Podistra pilosa* (Paykull, 1798) – Turys, 2022.

431. *Podistra prolixa* (Maerkel in Kiesenwetter 1852) – Łomnicki 1886; Turys 2022.

432. *Podistra rufoforestacea* (Letzner 1845) – Turys 2022.

433. *Podistra schoenherri* (Dejean, 1837) – Łomnicki 1880: - *pilosus* Payz.; Proiect ... 2021.

434. *Rhagonycha atra* (Linnaeus 1767) – Turys 2022.

435. *Rhagonycha fulva* (Scopoli, 1763) – Łomnicki 1880; iNaturalist.

436. *Rhagonycha nigripes* Redtenbacher, 1842 – Łomnicki 1880: - *fugax* v. *nigripes* Redt.; Turys 2022.

437. *Rhagonycha testacea* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880.

Family Hydrophilidae

438. *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family Lucanidae

439. (!) *Ceruchus chrysomelinus* (Hochenwarth, 1785) – Geryak, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

440. *Dorcus parallelepipedus* (Linnaeus, 1785) – iNaturalist.

441. *Platycerus caraboides* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family Geotrupidae

442. *Geotrupes stercorarius* Linnaeus, 1758 – Kanarsky, Fufalko (unpublished data).

443. *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) – Geryak et al. 2025; iNaturalist; UkrBIN.

Family Scarabaeidae

444. *Aphodius alpinus* Scopoli, 1763 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

445. *Protaetia (Potosia) metallica* (Herbst, 1782) – Łomnicki 1880; 1886: *Cetonia floricola* Hbst; Proiect ... 2021: *Cetonia floricola* Hbst; Geryak, Khalaim (unpublished data).

446. *Cetonia aurata* Linnaeus, 1758 – iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

447. *Oxythyrea funesta* (Poda, 1761) – iNaturalist.

448. *Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801 – Łomnicki 1880.

449. *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1761) – Łomnicki 1880: - *vulgaris* F.; Proiect ... 2021: - *vulgaris* F.; Geryak, Khalaim (unpublished data).

450. *Oryctes nasicornis* Linnaeus, 1746 – iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

451. *Phyllopertha horticola* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

452. *Trichius fasciatus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Sirenko et al. 2002; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

453. *Amphimallon solstitiale* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

454. *Serica brunnea* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Staphylinidae**

455. *Aleochara curtula* (Goeze, 1777) – Geryak et al. 2025.

456. *Aleochara cuniculorum* Kraatz, 1858 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

457. *Aleochara lanuginosa* Gravenhorst, 1802 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

458. *Aleochara sparsa* Heer, 1839 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

459. *Amischa analis* (Gravenhorst, 1802) – Geryak et al. 2025.

460. *Atheta crassicornis* (Fabricius, 1792) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

461. *Atheta gagatina* (Baudi di Selve, 1848) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.

462. *Atheta sodalis* (Erichson, 1837) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

463. *Plataraea brunnea* (Fabricius, 1798) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

464. *Mocyta fungi* (Gravenhorst, 1806) – Geryak et al. 2025.

465. *Leptusa pulchella* (Mannerheim, 1830) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

466. *Bolitochara pulchra* (Gravenhorst, 1806) – Geryak et al. 2025.

467. *Gyrophæna affinis* Mannerheim, 1830 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

468. *Gyrophæna boleti* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

469. *Gyrophæna* (*Gyrophæna*) *joyi* Wendeler, 1924 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

470. *Gyrophæna joyioides* Wusthoff 1937 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

471. *Gyrophæna gentilis* Erichson, 1839 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

472. *Gyrophæna minima* Erichson, 1837 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

473. *Gyrophæna pulchella* Heer, 1839 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

474. *Alevonota hepatica* (Erichson, 1839) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

475. *Anomognathus cuspidatus* (Erichson, 1839) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

476. *Ilyobates mech* (Baudi di Selve, 1848) – Geryak et al. 2025.

477. *Ilyobates nigricollis* (Paykull, 1800) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

478. *Liogluta microptera* Thomson, 1867 – Geryak et al. 2025.

479. *Pella limbata* (Paykull, 1789) – Geryak et al. 2025.

480. *Haploglossa villosula* (Stephens, 1832) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

481. *Oxypoda alternans* (Gravenhorst, 1802) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

482. *Bolitobius castaneus* (Stephens, 1832) – Geryak et al. 2025.

483. *Lordithon exoletus* (Erichson, 1839) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

484. *Lordithon lunulatus* (Linnaeus, 1760) – Geryak et al. 2025.

485. *Lordithon trimaculatus* (Paykull, 1800) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

486. *Lordithon trinotatus* (Erichson, 1839) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

487. *Mycetoporus longulus* Mannerheim, 1830 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

488. *Mycetoporus niger* Fairmaire & Laboulbène, 1856 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

489. *Parabolitobius inclinans* (Gravenhorst, 1806) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

490. *Amphichroum canaliculatum* (Erichson, 1840) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Glotov, Kanarsky (unpublished data).

491. *Acrulia inflata* (Gyllenhal, 1813) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

492. *Anthobium anale* Erichson, 1840 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

493. *Anthobium atrocephalum* (Gyllenhal, 1827) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

494. *Anthobium longipenne* Erichson, 1839 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

495. *Anthobium ophthalmicum* (Paykull, 1800) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

496. *Anthophagus austriacus* Erichson, 1840 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

497. *Eusphalerum minutum* (Fabricius, 1792) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

498. *Eusphalerum sorbi* (Gyllenhal, 1810) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

499. *Lesteva longoelytrata* (Goeze, 1777) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

500. *Omalium rivulare* (Paykull, 1789) – Geryak et al. 2025.

501. *Phloeonomus punctipennis* Thomson, 1867 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
502. *Oxyporus rufus* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
503. *Oxyporus maxillosus* Fabricius, 1793 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
504. *Coprophilus striatulus* (Fabricius, 1793) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
505. *Anotylus mutator* (Lohse, 1963) – Geryak et al. 2025.
506. *Deleaster dichrous* (Gravenhorst, 1802) – Geryak et al. 2025.
507. *Syntomium aeneum* (P. Müller, 1821) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
508. *Lathrobium elongatum* (Linnaeus, 1767) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
509. *Rugilus rufipes* (Germar, 1836) – Geryak et al. 2025.
510. *Megarthus depressus* (Paykull, 1789) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
511. *Proteinus brachypterus* (Fabricius, 1792) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
512. *Bibloporus minutus* Raffray, 1915 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
513. *Bryaxis reitteri* (Saulcy, 1875) – Krivosheiev 2015.
514. *Bryaxis frivaldskyi* (Reitter, 1887) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
515. *Trimium brevicorne* (Reichenbach, 1816) – Krivosheiev 2015.
516. *Trimium latiusculum* Reitter, 1879 – Krivosheiev 2015.
517. *Scaphidium quadrimaculatum* Olivier, 1790 – Geryak et al. 2025.
518. *Scaphisoma agaricinum* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Glotov, Kanarsky (unpublished data).
519. *Nicrophorus humator* (Gleditsch 1767) – Geryak et al. 2025.
520. *Nicrophorus vespilloides* Herbst, 1783 – Geryak et al. 2025.
521. *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
522. *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
523. *Phosphuga atrata* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
524. *Silpha carinata* Herbst, 1783 – Geryak et al. 2025.
525. *Silpha tyrolensis* Laicharting, 1781 – Łomnicki 1880.
526. *Bisnius fimetarius* (Gravenhorst, 1802) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
527. *Philonthus addendus* Sharp, 1867 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
528. *Philonthus cyanipennis* (Fabricius, 1793) – Geryak et al. 2025.
529. *Philonthus decorus* (Gravenhorst, 1802) – Geryak et al. 2025.
530. *Philonthus politus* (Linnaeus, 1758) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
531. *Philonthus splendidulus* (Gravenhorst, 1802) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
532. *Philonthus succicola* Thomson, 1860 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
533. *Gabrius breviventer* (Sperk, 1835) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
534. *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
535. *Ocypus macrocephalus* (Gravenhorst, 1802) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Glotov, Kanarsky (unpublished data).
536. *Ocypus nitens* (Schrank, 1781) – Geryak et al. 2025.
537. *Platydracus fulvipes* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
538. *Quedius collaris* Erichson, 1840 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
539. *Quedius fumatus* (Stephens, 1833) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
540. *Quedius levicollis* (Brullé, 1832) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
541. *Quedius mesomelinus* (Marsham, 1802) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
542. *Quedius paradisianus* (Heer, 1839) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
543. *Quedius xanthopus* Erichson, 1839 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
544. *Quedionuchus glaber* (O.F.Müller, 1776) – Łomnicki 1880; - *laevigatus* Gyll.
545. *Quedionuchus plagiatus* (Mannerheim, 1843) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
546. *Stenus flavipes* Stephens, 1833 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
547. *Stenus morio* Gravenhorst, 1806 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
548. *Stenus providus* Erichson, 1839 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
549. *Sepedophilus immaculatus* (Stephens, 1832) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
550. *Sepedophilus littoreus* (Linnaeus, 1758) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
551. *Sepedophilus marshami* (Stephens, 1832) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).

552. *Sepedophilus testaceus* (Fabricius, 1792) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
553. *Tachinus humeralis* Gravenhorst, 1802 – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
554. *Tachinus lignorum* (Linnaeus, 1758) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
555. *Tachinus pallipes* (Gravenhorst, 1806) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
556. *Tachinus rufipes* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Glotov, Kanarsky (unpublished data).
557. *Tachyporus chrysomelinus* (Linnaeus, 1758) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
558. *Tachyporus dispar* (Paykull, 1789) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
559. *Tachyporus nitidulus* (Fabricius, 1781) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
560. *Atrecus affinis* (Paykull, 1789) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
561. *Atrecus pilicornis* (Paykull, 1790) – Łomnicki 1880; Glotov, Kanarsky (unpublished data).
562. *Gauropterus fulgidus* (Fabricius, 1787) – Glotov, Kanarsky (unpublished data).
563. *Nudobius lentus* Gravenhorst, 1806 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
564. *Othius melanocephalus* (Gravenhorst, 1806) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Byturidae**

565. *Byturus ochraceus* (Scriba, 1790) – Łomnicki 1880; - *sambuci* Scop.; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

Family **Trogossitidae**

566. (!) *Peltis grossa* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

Family **Melyridae**

567. *Malachius marginellus* Olivier, 1790 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
568. *Dasytes fuscus* (Illiger, 1801) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Cleridae**

569. *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
570. *Trichodes apiarius* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.

Family **Lymexylidae**

571. *Hylecoetus dermestoides* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Mordellidae**

572. *Mordella aculeata* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
573. *Mordellochroa abdominalis* (Fabricius, 1775) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Scraptiidae**

574. *Anaspis frontalis* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880.
575. *Anaspis rufilabris* (Gyllenhal, 1827) – Łomnicki 1880.

Family **Oedemeridae**

576. *Chrysanthia viridis* Schmidt, 1846 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
577. *Oedemera virescens* Linnaeus, 1767 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Pythidae**

578. *Pythodepressus* (Linnaeus, 1767) – iNaturalist.

Family **Pyrochroidae**

579. *Pyrochroa coccinea* (Linnaeus, 1760) – iNaturalist.

Family **Tenebrionidae**

580. *Lagria hirta* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).
581. *Mycetochara flavipes* Fabricius, 1792 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.
582. *Diaperis boleti* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
583. *Tenebrio obscurus* Fabricius, 1792 – Geryak et al. 2025.

Family **Latridiidae**

584. *Stephostethus angusticollis* (Gyllenhal, 1827) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Coccinellidae**

585. *Calvia decemguttata* (Linnaeus, 1767) – iNaturalist.
586. *Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880.
587. *Ceratomegilla notata* (Laicharting, 1781) – iNaturalist.
588. *Chilocorus renipustulatus* Scriba, 1791 – Łomnicki 1880; - *similis* Roni.; Proiect ... 2021.
589. *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Geryak et al. 2025.
590. *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 – Proiect ... 2021; Kyzym, Zamoroka 2024; Geryak, Khalaim (unpublished data).

591. *Propylaea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880.

Family **Monotomidae**

592. *Rhizophagus dispar* (Paykull, 1800) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Nitidulidae**

593. *Cychramus luteus* (Fabricius, 1787) – Łomnicki 1880; 1886: - *fungicola* Heer., - *alutaceus* Reitt.; Proiect ... 2021.

594. *Cychramus variegatus* (Herbst, 1792) – Łomnicki 1880: - *4-punctatus* Hbst.

595. *Epuarae deleta* Sturm, 1844 – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021.

596. *Epuraea aestiva* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

597. *Epuraea florea* Erichson, 1845 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

598. *Epuraea melina* Erichson, 1843 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

599. *Meligethes denticulatus* (Heer, 1841) – Łomnicki 1880: - *hebes* Er.; Proiect ... 2021.

600. *Meligethes viridescens* (Fabricius, 1787) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Cryptophagidae**

601. *Micrambe abietis* (Paykull, 1798) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Cucujidae**

602. *Heterhelus solani* (Heer, 1841) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Attelabidae**

603. *Mecorhis (Pseudomechoris) aethiops* (Bach, 1854) – Łomnicki 1880: - *planirostris* Gyll.

604. *Temnocerus nanus* (Paykull, 1792) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

Family **Curculionidae**

605. *Eusomus ovulum* Germar, 1823 – Łomnicki 1880.

606. *Otiorrhynchus dives* Germar, 1839 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

607. *Otiorrhynchus fuscipes* (Olivier, 1807) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

608. *Otiorrhynchus kollari* Gyllenhal, 1834 – Łomnicki 1880.

609. *Otiorrhynchus kratterereri* Boheman, 1842 – Łomnicki 1880; 1886; Kizub, Leshchenko 2020; Proiect ... 2021.

610. *Otiorrhynchus lepidopterus* (Fabricius, 1794) – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021.

611. *Otiorrhynchus morio* (Fabricius, 1781) – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.

612. *Otiorrhynchus multipunctatus* (Fabricius, 1792) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

613. *Otiorrhynchus niger* (Fabricius, 1775) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

614. *Otiorrhynchus nodosus* (Müller, 1764) – Łomnicki 1880: - *maurus* Gyll.; Proiect ... 2021.

615. *Otiorrhynchus obsidianus* Boheman, 1842 – Łomnicki, 1886.

616. *Otiorrhynchus ovatus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880.

617. *Otiorrhynchus repletus* Boheman, 1843 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

618. *Otiorrhynchus schaumii* Stierlin, 1861 – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021.

619. *Otiorrhynchus septentrionis* W.G.Stierlin, 1861 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

620. *Phyllobius argentatus* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

621. *Phyllobius glaucus* (Scopoli, 1763) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

622. *Polydrosus fasciatus* Stierl, 1891 – Łomnicki 1880.

623. *Polydrosus flavipes* Schoenherr, 1826 – Łomnicki 1880.

624. *Polydrosus tereticollis* Bedel, 1883 – Łomnicki 1880.

625. *Polydrosus amoenus* (Germar, 1823) – iNaturalist.

626. *Polydrosus cervinus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

627. *Hylobius piceus* Geer, 1775 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

628. *Liparus glabrirostris* Küster, 1849 – Łomnicki 1880: - *carinaerostris* Gyll.; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

629. *Plinthus sturmii* Germar, 1819 – Łomnicki, 1886.

630. *Plinthus tischeri* Germar, 1824 – Łomnicki 1880; 1886.

631. *Cryptorhynchus lapathi* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

632. *Anthonomus phyllocola* (Herbst, 1795) – Łomnicki, 1886: - *varians* Payk.

633. *Anthonomus pinivorax* Silfverberg, 1977 – Łomnicki 1880: - *pubescens* Payk.

634. *Anthonomus rubi* Herbst, 1795 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

635. *Elleschus bipunctatus* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021.
636. *Orchestes fagi* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; 1886.
637. *Orchestes testaceus* (Müller, 1766) – Łomnicki 1880; Project ... 2021.
638. *Tachyerges stigma* (Germar, 1821) – Łomnicki 1880; Project ... 2021.
639. *Crypturgus pusillus* (L.Gyllenhal, 1813) – Łomnicki 1880; 1886.
640. *Dryocoetes autographus* Ratzeburg, 1837 – Łomnicki 1880; 1886; Project ... 2021.
641. *Hylurgops palliatus* (Gyllenhal, 1813) – Łomnicki 1880; 1886.
642. *Ips typographus* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021.
643. *Orthotomicus laricis* (Fabricius, 1792) – Łomnicki 1880; 1886; Project ... 2021.
644. *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761) – Łomnicki 1880; 1886; Project ... 2021.
645. *Pityokteines curvidens* (Germar, 1823) – Łomnicki 1880.
646. *Taphrorychus bicolor* (Herbst, 1793) – Łomnicki 1880; 1886; Project ... 2021.

Family **Cerambycidae**

647. *Prionus coriarius* Linnaeus, 1758 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
648. *Pronocera angusta* Kriechbaum, 1844 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
649. *Callidium violaceum* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka 2024.
650. *Obrium brunneum* Fabricius, 1792 – Zamoroka 2018; Project ... 2021.
651. *Molorchus minor* Linnaeus, 1758 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
652. *Cyrtoclytus capra* Germar, 1824 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
653. *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka 2024.
654. *Clytus lama* Mulsant, 1863 – Zamoroka 2024; iNaturalist; Kanarsky (unpublished data).
655. *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka 2024; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.
656. *Rhagium mordax* De Geer, 1775 – Pushkar et al. 2006; Project ... 2021.
657. *Pachyta quadrimaculata* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; *Anthophylax 4-maculatus* L.; Łomnicki, 1886; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

658. *Oxymirus cursor* Linnaeus, 1758 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

659. *Evodinellus clathratus* Fabricius, 1792 – Pushkar et al. 2006; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.
660. *Pidonia lurida* Fabricius, 1792 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.
661. *Dinoptera collaris* Linnaeus, 1758 – Pushkar et al., 2006; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.
662. *Carilia virginea* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; UkrBIN; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
663. *Pseudovadonia livida* (Fabricius, 1776) – Kanarsky (unpublished data).
664. *Allosterna tabacicolor* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data).
665. *Judolia cerambyciformis* Schrank, 1781 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
666. *Judolia sexmaculata* Linnaeus, 1758 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
667. *Stenurella melanura* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.
668. *Nivellia sanguinosa* Gyllenhal, 1827 – Zamoroka 2018; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
669. *Lepturobosca virens* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; iNaturalist; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
670. *Stictoleptura maculicornis* De Geer, 1775 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
671. *Stictoleptura rubra* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; iNaturalist; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
672. *Stictoleptura scutellata* (Fabricius, 1781) – Zamoroka 2024.
673. *Anastrangalia dubia* Heyden, 1885 – Łomnicki 1880; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data).
674. *Anastrangalia sanguinolenta* Linnaeus, 1758 – Pushkar et al. 2006; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.

675. *Leptura annularis* Fabricius, 1801 – Pushkar et al. 2006; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data).

676. *Leptura quadrfasciata* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.

677. *Necydalis ulmi* (Chevrolat, 1838) – Łomnicki, 1886: *Panzeri* Harold, (*abbreviata* Panz.).

678. *Tetropium castaneum* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

679. *Tetropium fuscum* Fabricius, 1787 – Pushkar et al. 2006; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.

680. *Asemum striatum* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.

681. *Monochamus sartor* Fabricius, 1787 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist.

682. *Monochamus sutor* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

683. *Acanthocinus griseus* (Fabricius, 1793) – Zamoroka 2024.

684. *Saperda scalaris* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka 2024.

Family **Orsodacnidae**

685. *Orsodacne cerasi* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

Family **Chrysomelidae**

686. *Plateumaris discolor* (Panzer, 1795) – Łomnicki 1880.

687. *Plateumaris sericea* (Linnaeus, 1761) – Sirenko et al. 2002.

688. *Cryptocephalus quadripustulatus* Gyllenhal, 1813 – Łomnicki 1880.

689. *Cryptocephalus sexpunctatus* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

690. *Cryptocephalus* sp. (*sericeus* (Linnaeus, 1758) complex) – iNaturalist.

691. *Cryptocephalus* sp. – Bureiko, Zamoroka 2024.

692. *Clytra laeviuscula* Ratzeburg, 1837 – Bureiko, Zamoroka 2024.

693. *Labidostomis longimana* (Linnaeus, 1761) – Łomnicki 1880.

694. *Pachybrachis sinuatus* Mulsant & Rey, 1857 – Łomnicki 1880: - *haliciensis* Mill.; Proiect ... 2021: - *haliciensis* Mill.

695. *Smaragdina salicina* (Scopoli, 1763) – Łomnicki 1880.

696. *Cassida viridis* Linnaeus, 1758 – iNaturalist.

697. *Chrysolina marcasitica* Germar, 1824 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

698. *Chrysolina polita* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

699. *Chrysolina purpurascens* (Germar, 1822) – iNaturalist.

700. *Chrysolina umbratilis* (Weise, 1887) – Łomnicki 1880; 1886: - *olivacea* Suffr.

701. *Chrysolina varians* (Schaller, 1783) – Łomnicki 1880.

702. *Chrysomela gloriosa* Fabricius, 1781 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

703. *Chrysomela olivacea* Suffrian, 1851 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

704. *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

705. *Chrysomela tremula* Fabricius, 1787 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

706. *Gastrophysa viridula* De Geer, 1775 – Łomnicki 1880: - *raphani* F.; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

707. *Gonioctena quinquepunctata* (Fabricius, 1787) – Łomnicki 1880.

708. *Gonioctena viminalis* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

709. *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 – iNaturalist; Geryak, Fufalko, Khalaim (unpublished data).

710. *Oreina alpestris* (Schummel, 1844) – Łomnicki, 1886: *intricata* Germ. var. *alpestris* Schumm.; Bureiko, Zamoroka 2024; iNaturalist.

711. *Oreina cacaliae* (Schrank, 1785) – Łomnicki 1880: - *senecionis* Schumm.; Proiect ... 2021; Geryak, Fufalko, Khalaim (unpublished data).

712. *Oreina gloriosa* (Fabricius, 1781) – Łomnicki 1880; 1886.

713. *Oreina intricata* (Germar, 1824) – Łomnicki 1880; 1886; Proiect ... 2021.

714. *Oreina speciosissima* Scopoli, 1763 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

715. *Plagioderma versicolora* (Laicharting, 1781) – Łomnicki 1880: - *armoraciae* F.; Proiect ... 2021.

716. *Plagiosterna aenea* (Linnaeus, 1758) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

717. *Sclerphaedon carniolicus* (Germar, 1824) – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

718. *Timarcha metallica* (Laicharting, 1781) – iNaturalist.

719. *Lilioceris merdigera* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

720. *Galeruca tanacetii* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

721. *Lochmaea caprea* Linnaeus, 1758 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

722. *Luperus flavipes* Linnaeus, 1767 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

723. *Neocrepidodera ferruginea* Scopoli, 1763 – Łomnicki 1880; Proiect ... 2021.

ORDER NEUROPTERA

Family Hemerobiidae

724. *Drepanopteryx phalaenoides* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

725. *Hemerobius* sp. – Geryak et al. 2025.

Family Osmylidae

726. *Osmylus fulvicephalus* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

Family Chrysopidae

727. *Chrysopa perla* (Linnaeus, 1758) – Serediuk 2016; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.

728. *Chrysopa* sp. – Geryak et al. 2025.

729. *Peyerimhoffina gracilis* (Schneider, 1851) – Proiect ... 2021.

ORDER TRICHOPTERA

Family Limnephilidae

730. *Limnephilus* sp. – Geryak et al. 2025.

Family Hydropsychidae

731. *Hydropsyche* sp. – Geryak et al. 2025.

Family Rhyacophilidae

732. *Rhyacophila* sp. – Geryak et al. 2025.

Family Odontoceridae

733. *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763) – iNaturalist.

ORDER LEPIDOPTERA

Family Micropterygidae

734. *Micropterix aureatella* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

Family Hepialidae

735. *Phymatopus hecta* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

736. *Hepialus humuli* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family Prodoxidae

737. *Lampronia corticella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family Incurvariidae

738. *Incurvaria praelatella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

Family Adelidae

739. *Adela violella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – iNaturalist.

740. *Nemophora degeerella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

741. *Nemophora pfeifferella* (Hübner, [1813]) – iNaturalist.

742. *Nematopogon robertella* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.

743. *Nematopogon* sp. cf. *schwarziellus* Zeller, 1839 – Geryak et al. 2025; Geryak, Khalaim (unpublished data).

Family Tineidae

744. *Nemapogon granella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family Plutellidae

745. *Eidophasia messingiella* (Fischer von Röslerstamm, 1839) – Geryak et al. 2025.

746. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family Pterophoridae

747. *Buszkoiana capnodactylus* (Zeller, 1841) – Geryak et al. 2025.

748. *Merrifieldia* sp. cf. *leucodactyla* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

749. *Gillmeria pallidactyla* (Haworth, 1811) – Geryak et al. 2025.

750. *Hellinsia osteodactylus* (Zeller, 1841) – Geryak et al. 2025.

Family Tortricidae

751. *Aethes cnicana* (Westwood, 1854) – Geryak et al. 2025.

752. *Archips oporana* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

753. *Archips podana* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

754. *Clepsis rogana* (Guenée, 1845) – Geryak et al. 2025.

755. *Eana argentana* (Clerck, 1759) – iNaturalist.

756. *Eulia ministrana* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

757. *Pandemis cerasana* (Hübner, 1823) – Geryak et al. 2025.

758. *Pandemis corylana* (Fabricius, 1794) – Geryak et al. 2025.

759. *Pandemis dumetana* (Treitschke, 1835) – Geryak et al. 2025.
760. *Pandemis heparana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
761. *Zelotheresa unitana* (Hübner, [1799]) – Geryak et al. 2025.
762. *Ancyliis unguicella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
763. *Aterpia corticana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – iNaturalist; Geryak et al. 2025.
764. *Celypha lacunana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.
765. *Celypha rivulana* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
766. *Cydia coniferana* (Saxesen, 1840) – Geryak et al. 2025.
767. *Cydia fagiglandana* (Zeller, 1841) – Geryak et al. 2025.
768. *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
769. *Epinotia tedella* (Clerck, 1759) – iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).
770. *Eucosma cana* (Haworth, 1811) – Geryak et al. 2025.
771. *Gypsonoma sociana* (Haworth, 1811) – Geryak et al. 2025.
772. *Hedya nubiferana* (Haworth, [1811]) – Geryak et al. 2025.
773. *Lathronympha strigana* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.
774. *Notocelia roborana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
775. *Orthotaenia undulana* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
776. *Pammene regiana* (Zeller, 1849) – Geryak et al. 2025.
777. *Pseudohermenias abietana* (Fabricius, 1787) – Geryak et al. 2025.

Family **Oecophoridae**

778. *Denisia stipella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Gelechiidae**

779. *Acompsia cinerella* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.
780. *Acompsia tripunctella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
781. *Approaerema* sp. – Geryak et al. 2025.
782. *Isophrictis* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Coleophoridae**

783. *Coleophora* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Zygaenidae**

784. *Adscita statice* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
785. *Zygaena purpuralis* (Linnaeus, 1758) – Kanarsky (unpublished data).
786. *Zygaena filipendulae* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Cossidae**

787. *Cossus cossus* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
788. *Zeuzera pyrina* (Linnaeus, 1761) – Geryak et al. 2025.

Family– **Sesiidae**

789. *Synanthedon sphecoformis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

Family **Papilionidae**

790. (!) *Papilio machaon* Linnaeus, 1758 – Popov, Pliushch 2004; Zamoroka et al. 2017; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data). Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

Family **Hesperiidae**

791. *Erynnis tages* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
792. *Pyrgus malvae* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
793. *Carterocephalus palaemon* (Pallas, 1771) – Geryak et al. 2025.
794. *Thymelicus lineola* (Ochsenheimer, 1808) – Proiect ... 2021.
795. *Ochlodes sylvanus* (Esper, 1777) – Proiect ... 2021: - *faunus* (Turati, 1906); Geryak, Khalaim (unpublished data).

Family **Pieridae**

796. *Leptidea juvernica* Williams, 1946 – Geryak et al. 2025.
797. *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
798. *Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
799. *Colias hyale* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
800. *Colias crocea* Geoffroy, 1785 – Kanarsky (unpublished data).
801. *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

802. *Pontia edusa* (Fabricius, 1777) – Popov, Pliushch 2004.

803. *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

804. *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

805. *Pieris napi* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

806. *Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).

Family **Lycaenidae**

807. (!) *Lycaena dispar* (Hawoth, 1802) ssp. *rutulus* Werneburg, 1864 – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data). Protected by the Bern Convention (Appendix II and Resolution 6).

808. *Lycaena hippothoe* (Linnaeus, 1760) – Geryak et al. 2025.

809. *Lycaena phlaeas* (Linnaeus, 1760) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

810. *Lycaena tityrus* (Poda, 1761) – Popov, Pliushch 2004; Geryak et al. 2025; iNaturalist.

811. *Celastrina argiolus* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

812. (!) *Pseudophilotes vicrama* (Moore, 1865) ssp. *schiffmülleri* (Hemming, 1929) – Popov, Pliushch 2004. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

813. *Cupido argiades* (Pallas, 1771) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

814. *Cupido minimus* (Fuessly, 1775) – Proiect ... 2021.

815. *Cyaniris semiargus* (Rottemburg, 1775) – Geryak et al. 2025.

816. *Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

Family **Nymphalidae**

817. *Neptis rivularis* (Scopoli, 1763) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

818. (!) *Limenitis populi* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Zamoroka et al. 2017; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

819. *Limenitis camilla* (Linnaeus, 1764) – iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

820. *Issoria lathonia* (Linnaeus, 1758) – Kanarsky (unpublished data).

821. *Brenthis ino* (Rottemburg, 1775) – Popov, Pliushch 2004; Geryak, Khalaim (unpublished data).

822. *Brenthis daphne* ([Denis & Schiffmüller], 1775) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

823. *Argynnis paphia* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data).

824. (?) *Argynnis pandora* ([Denis & Schiffmüller], 1775)] – Proiect ... 2021. – This is probably a mistake, as the species is southern and non-resident in the Ukrainian Carpathians. However, migratory individuals may be recorded, especially due to the warming of the regional climate during 2011-2024. (note by Yu. Kanarsky).

825. *Speyeria aglaja* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

826. *Fabriciana adippe* ([Denis & Schiffmüller], 1775) – Kanarsky (unpublished data); iNaturalist.

827. *Fabriciana niobe* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004.

828. *Boloria selene* ([Denis & Schiffmüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

829. *Boloria euphrosyne* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

830. (!) *Apatura iris* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka et al. 2005; 2017; Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Kanarsky (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

831. *Apatura ilia* ([Denis & Schiffmüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

832. *Melitaea athalia* (Rottemburg, 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

[*Melitaea trivia* ([Denis & Schiffmüller], 1775)] – Proiect ... 2021. Incorrect indication. This species is absent from the fauna of the Ukrainian Carpathians.

833. (!) *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775) – Kanarsky et al. 2024; Geryak, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021), in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011) and protected by the Bern Convention (Appendix II and Resolution 6).

834. *Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

835. *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

836. *Araschnia levana* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

837. *Aglais io* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

838. *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

839. *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

840. *Nymphalis antiopa* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.

841. *Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

842. *Coenonympha tullia* (Müller, 1764) – Popov, Pliushch 2004.

843. *Coenonympha glycerion* (Borkhausen, 1788) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

844. *Coenonympha arcania* (Linnaeus, 1760) – Proiect ... 2021.

845. (!) *Lopinga achine* (Scopoli, 1763) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data). Protected by the Bern Convention (Appendix II).

846. *Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

847. *Lasiommata maera* (Linnaeus, 1758) – Popov, Pliushch 2004; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

848. *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data).

849. *Minois dryas* (Scopoli, 1763) – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data).

850. *Aphantopus hyperantus* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; iNaturalist; Kanarsky (unpublished data).

851. *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

852. *Erebia euryale* (Esper, 1805) – Popov, Pliushch 2004; Proiect ... 2021; iNaturalist; Kanarsky (unpublished data).

853. *Erebia ligea* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; iNaturalist; Kanarsky (unpublished data).

854. *Erebia medusa* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; UkrBIN; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

Family **Pyralidae**

855. *Hypsopygia costalis* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.

856. *Assara terebrella* (Zincken, 1818) – Geryak et al. 2025.

857. *Dioryctria abietella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

858. *Oncocera semirubella* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

Family **Crambidae**

859. *Scoparia pyralella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

860. *Eudonia truncicolella* (Stainton, 1849) – Geryak et al. 2025.

861. *Gesneria centuriella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

862. *Agriphila straminella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – iNaturalist.

863. *Catoptria falsella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

864. *Catoptria permutatella* Herrich-Schäffer, 1849 – Geryak et al. 2025.

865. *Crambus lathoniellus* (Zincken, 1817) – Geryak et al. 2025.

866. *Crambus ericella* (Hübner, 1813) – Geryak et al. 2025.

867. *Crambus pascuella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

868. *Chrysoteuchia culmella* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

869. *Anania terrealis* (Treitschke, 1829) – Geryak et al. 2025.

870. *Anania hortulata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

871. *Anania lancealis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

872. *Paratalanta pandalis* (Hübner, [1825]) – Geryak et al. 2025.

873. *Pyrausta purpuralis* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.

874. *Udea alpinalis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.

875. *Udea nebulalis* (Hübner, 1796) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.

876. *Udea olivalis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

877. *Patania ruralis* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

878. *Nomophila noctuella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

Family **Drepanidae**

879. *Thyatira batis* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

880. *Tethea or* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

881. *Tetheella fluctuosa* (Hübner, 1803) – Geryak et al. 2025.

882. *Ochropacha duplaris* (Linnaeus, 1761) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

883. *Habrosyne pyritoides* (Hufnagel, 1766) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

884. *Drepana curvatula* (Borkhausen, 1790) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

885. *Drepana falcataria* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

886. *Sabra harpagula* (Esper, 1786) – Kanarsky (unpublished data).

Family **Lasiocampidae**

887. *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

888. *Lasiocampa quercus* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

889. *Macrothylacia rubi* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

890. *Cosmotriche lobulina* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

891. *Euthrix potatoria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

892. *Dendrolimus pini* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

893. *Odonestis pruni* (Linnaeus, 1758) – Kanarsky (unpublished data).

Family **Saturniidae**

894. (!) *Agria tau* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka et al. 2017; “Biodiversity of Ukraine”. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

895. (!) *Saturnia pavonia* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist; Kanarsky (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

Family **Sphingidae**

896. *Laothoe populi* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

897. *Smerinthus ocellatus* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

898. *Mimas tiliae* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

899. *Sphinx (Hyloicus) pinastri* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

900. *Agrius convolvuli* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; UkrBIN.

901. (!) *Hemaris fuciformis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).

902. *Macroglossum stellatarum* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

903. *Hyles euphorbiae* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.

904. *Hyles gallii* (Rottemburg, 1775) – Proiect ... 2021.

905. *Deilephila elpenor* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

906. *Deilephila porcellus* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

Family **Geometridae**

907. *Geometra papilionaria* Linnaeus, 1758 – Geryak et al. 2025.

908. *Jodis lactearia* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

909. *Jodis putata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

910. *Thalera fimbrialis* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

911. *Hemithea aestivaria* (Hübner, 1789) – Kanarsky (unpublished data).

912. *Abraxas grossulariata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

913. *Abraxas sylvata* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.

914. *Ligdia adustata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

915. *Lomaspilis marginata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

916. *Macaria alternata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.

917. *Macaria signaria* (Hübner, 1809) – Geryak et al. 2025.

918. *Macaria liturata* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.

919. *Macaria wauaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

920. *Macaria brunneata* (Thunberg, 1784) – Geryak et al. 2025.

921. *Chiasmia clathrata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

922. *Plagodis dolabraria* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data).

923. *Epione repandaria* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.

924. *Cepphis advenaria* (Hübner, 1799) – Geryak et al. 2025.

925. *Pseudopanthera macularia* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
926. *Opisthograptis luteolata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
927. *Apeira syringaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
928. *Selenia dentaria* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.
929. *Selenia tetralunaria* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.
930. *Campaea margaritata* (Linnaeus, 1767) – Geryak et al. 2025.
931. *Hylaea fasciaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
932. *Pungeleria capreolaria* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – iNaturalist.
933. *Cabera pusaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.
934. *Cabera exanthemata* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
935. *Lomographa bimaculata* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.
936. *Lomographa temerata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
937. *Siona lineata* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
938. *Angerona prunaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
939. *Odontopera bidentata* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.
940. *Hypomecis roboraria* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
941. *Hypomecis punctinalis* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
942. *Ematurga atomaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
943. *Biston betularia* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
944. *Peribatodes rhomboidaria* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
945. *Alcis repandata* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
946. *Alcis deversata* (Staudinger, 1892) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
947. *Deileptenia ribeata* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.
948. *Parectropis similaria* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.
949. *Idaea aversata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
950. *Idaea biselata* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.
951. *Scopula immorata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.
952. *Scopula nigropunctata* (Hufnagel, 1767) – iNaturalist.
953. *Scopula ternata* (Schranck, 1802) – Geryak et al. 2025.
954. *Cyclophora annularia* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.
955. *Cyclophora linearia* (Hübner, 1799) – Geryak et al. 2025.
956. *Timandra comae* Schmidt, 1931 – Geryak et al. 2025.
957. *Odezia atrata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
958. *Aplocera praeformata* (Hübner, 1826) – Geryak et al. 2025.
959. *Pterapherapteryx sexalata* (Retzius, 1783) – Geryak et al. 2025.
960. *Minoa murinata* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
961. *Euchoeca nebulata* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
962. *Hydrelia sylvata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
963. *Hydrelia flammeolaria* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.
964. *Scotopteryx chenopodiata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
965. *Xanthorhoe fluctuata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
966. *Xanthorhoe spadicearia* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
967. *Xanthorhoe ferrugata* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.
968. *Xanthorhoe montanata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
969. *Xanthorhoe quadrifasciata* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.
970. *Camptogramma bilineata* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
971. *Epirrhoe tristata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
972. *Epirrhoe alternata* (Müller, 1764) – Geryak et al. 2025.
973. *Epirrhoe molluginata* (Hübner, 1813) – Geryak et al. 2025.
974. *Euphyia unangulata* (Haworth, 1810) – Geryak et al. 2025.

975. *Entephria caesiata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
976. *Hydriomena impluviata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
977. *Hydriomena ruberata* (Freyer, 1831) – Geryak et al. 2025.
978. *Thera variata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
979. *Cosmorhoe ocellata* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
980. *Eulithis populata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
981. *Eulithis prunata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
982. *Gandaritis pyraliata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
983. *Chloroclysta siterata* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.
984. *Dysstroma truncata* (Hufnagel, 1767) – Geryak et al. 2025.
985. *Dysstroma citrata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
986. *Colostygia pectinataria* (Knoch, 1781) – Geryak et al. 2025.
987. *Rheumaptera hastata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
988. *Hydria undulata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
989. *Triphosa dubitata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
990. *Horisme tersata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
991. *Perizoma affinitata* (Stephens, 1831) – Geryak et al. 2025.
992. *Chloroclystis v-ata* (Haworth, 1809) – Geryak et al. 2025.
993. *Pasiphila rectangulata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
994. *Pasiphila debiliata* (Hübner, 1817) – Geryak et al. 2025.
995. *Eupithecia abietaria* (Goeze, 1781) – Geryak et al. 2025.
996. *Eupithecia absinthiata* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025; iNaturalist.
997. *Eupithecia centaureata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021.
998. *Eupithecia expallidata* Doubleday, 1856 – Geryak et al. 2025.

Family Notodontidae

999. *Clostera pigra* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.

1000. *Gluphisia crenata* (Esper, 1785) – Geryak et al. 2025.
1001. *Stauropus fagi* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1002. *Cerura vinula* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1003. *Cerura erminea* (Esper, 1783) – Geryak et al. 2025.
1004. *Furcula bicuspis* (Borkhausen, 1790) – Geryak et al. 2025.
1005. *Drymonia dodonaea* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1006. *Leucodonta bicoloria* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Kanarsky (unpublished data).
1007. *Notodonta dromedarius* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1008. *Notodonta torva* (Hübner, 1803) – Proiect ... 2021.
1009. *Notodonta tritophus* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Kanarsky (unpublished data).
1010. *Notodonta ziczac* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1011. *Pterostoma palpina* (Clerck, 1759) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1012. *Ptilodon capucina* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1013. *Ptilodon cucullina* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Kanarsky (unpublished data).
1014. *Pheosia tremula* (Clerck, 1759) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1015. *Pheosia gnoma* (Fabricius, 1776) – Geryak et al. 2025.
1016. *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).

Family Erebidae

1017. *Scoliopteryx libatrix* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1018. *Rivula sericealis* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
1019. *Hypena proboscidalis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1020. *Hypena rostralis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1021. *Hypena obesalis* Treitschke, 1829 – Geryak et al., 2022.
1022. *Hypena crassalis* (Fabricius, 1787) – Geryak et al. 2025.
1023. *Leucoma salicis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

1024. *Lymantria monacha* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1025. *Sphrageidus similis* (Fuessly, 1775) – Geryak et al. 2025.
1026. *Calliteara pudibunda* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1027. *Diacrisia sannio* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1028. *Arctia (Parasemia) plantaginis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1029. (!) *Arctia (Pericallia) matronula* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist; Kanarsky, Senchak (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
1030. *Arctia (Arctia) caja* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Khalaim (unpublished data).
1031. *Phragmatobia fuliginosa* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1032. *Spilarctia lutea* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1033. *Spilosoma lubricipeda* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1034. *Spilosoma urticae* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
1035. *Diaphora mendica* (Clerck, 1759) – Kanarsky (unpublished data).
1036. (!) *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758) – Zamoroka et al. 2017; “Biodiversity of Ukraine”; iNaturalist; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data). Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
1037. *Mitochrista miniata* (Forster, 1771) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1038. *Nudaria mundana* (Linnaeus, 1761) – Geryak et al. 2022.
1039. *Cybosia mesomella* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1040. *Pelosia muscerda* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1041. *Lithosia quadra* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1042. *Atolmis rubricollis* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1043. *Eilema griseola* (Hübner, 1803) – Geryak et al. 2025.
1044. *Eilema depressa* (Esper, 1787) – Geryak et al. 2025.
1045. *Eilema sororcula* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1046. *Herminia tarsipennalis* Treitschke, 1835 – Geryak et al. 2025.
1047. *Herminia tarsicrinalis* (Knoch, 1782) – Geryak et al. 2025.
1048. *Herminia grisealis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1049. *Polypogon tentacularia* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1050. *Pechipogo strigilata* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1051. *Lygephila viciae* (Hübner, 1822) – Geryak et al. 2025.
1052. *Schrankia costaestrigalis* (Stephens, 1834) – Geryak et al. 2025.
1053. *Colobochyla salicalis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1054. *Laspeyria flexula* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1055. *Trisateles emortualis* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1056. (!) *Catocala fraxini* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021. Listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
1057. (!) *Catocala sponsa* (Linnaeus, 1767) – Proiect ... 2021. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
1058. *Euclidia glyphica* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1059. *Euclidia mi* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.
- Family Nolidae**
1060. *Pseudoips prasinana* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
- Family Noctuidae**
1061. *Abrostola tripartita* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1062. *Abrostola triplasia* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1063. *Macdunnoughia confusa* (Stephens, 1850) – Proiect ... 2021;
1064. *Diachrysia chrysitis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1065. *D. stenochrysis* (Warren, 1913) – Proiect ... 2021: - tutti Kostrowicki, 1961.
1066. (!) *Euchalcia variabilis* (Piller & Mitterpacher, 1783) – Geryak et al. 2025. Listed in the Red Book of Ukraine (Chervona ... 2021) and the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011).
1067. *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1068. *Autographa buraetica* Staudinger, 1892 – Kanarsky (unpublished data).

1069. *Autographa pulchrina* (Haworth, 1809) – Proiect ... 2021; Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1070. *Autographa jota* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1071. *Deltote deceptor* (Scopoli, 1763) – Geryak et al. 2025.
1072. *Deltote pygarga* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1073. *Panthea coenobita* (Esper, 1785) – Geryak et al. 2025.
1074. *Colocasia coryli* (Linnaeus, 1758) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1075. *Moma alpium* (Osbeck, 1778) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1076. *Acronicta alni* (Linnaeus, 1767) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1077. *Acronicta auricoma* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – iNaturalist.
1078. *Acronicta leporina* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1079. *Acronicta megacephala* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1080. *Craniophora ligustri* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1081. *Amphipyra berbera* Rungs, 1949 – Proiect ... 2021.
1082. *Amphipyra perflua* (Fabricius, 1787) – Proiect ... 2021.
1083. *Amphipyra tragopoginis* (Clerck, 1759) – Proiect ... 2021.
1084. *Pyrrhia umbra* (Hufnagel, 1766) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1085. *Protoschinia scutosa* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Proiect ... 2021.
1086. *Pseudeustrotia candidula* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Geryak, Kanarsky, Khalaim (unpublished data).
1087. *Elaphria venustula* (Hübner, 1790) – Geryak et al. 2025.
1088. *Hoplodrina octogenaria* (Goeze, 1781) – Geryak et al. 2025.
1089. *Hoplodrina ambigua* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Proiect ... 2021.
1090. *Charanyca trigrammica* (Hufnagel, 1766) – Proiect ... 2021; Geryak et al. 2025.
1091. *Rusina ferruginea* (Esper, 1785) – Geryak et al. 2025.
1092. *Dypterygia scabriuscula* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1093. *Trachea atriplicis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1094. *Hyppa rectilinea* (Esper, 1788) – Geryak et al. 2025.
1095. *Actinotia polyodon* (Clerck, 1759) – Geryak et al. 2025.
1096. *Phlogophora meticolosa* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
1097. *Euplexia lucipara* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1098. *Enargia paleacea* (Esper, 1788) – Proiect ... 2021.
1099. *Ipimorpha subtusa* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Proiect ... 2021.
1100. *Cosmia trapezina* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
1101. *Cirrhia icteritia* (Hufnagel, 1766) – Proiect ... 2021.
1102. *Lithophane consocia* (Borkhausen, 1792) – Geryak et al., 2022.
1103. *Photodes captiuncula* (Treitschke, 1825) – iNaturalist.
1104. *Photodes minima* (Haworth, 1809) – Geryak et al. 2022; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1105. *Apamea crenata* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1106. *Apamea sordens* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1107. *Apamea monoglypha* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1108. *Oligia strigilis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1109. *Oligia latruncula* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1110. *Orthosia incerta* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1111. *Orthosia gothica* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1112. *Polia bombycina* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1113. *Polia nebulosa* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1114. *Lacanobia w-latinum* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1115. *Lacanobia thalassina* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1116. *Lacanobia contigua* ([Denis & Schifferrmüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1117. *Lacanobia oleracea* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1118. *Melanchra persicariae* (Linnaeus, 1761) – Proiect ... 2021.
1119. *Ceramica pisi* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.
1120. *Hada plebeja* (Linnaeus, 1761) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).

1121. *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1122. *Sideridis rivularis* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.
1123. *Mythimna impura* (Hübner, 1808) – Geryak et al. 2025.
1124. *Mythimna albipuncta* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1125. *Mythimna ferrago* (Fabricius, 1787) – Geryak et al. 2025.
1126. *Agrotis exclamationis* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1127. *Agrotis segetum* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1128. *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1129. *Axylia putris* (Linnaeus, 1761) – Geryak et al. 2025.
1130. *Ochropleura plecta* (Linnaeus, 1761) – Geryak et al. 2025.
1131. *Diarsia mendica* (Fabricius, 1775) – Geryak et al. 2025.
1132. *Diarsia brunnea* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Geryak et al. 2025.
1133. *Paradiarsia punicea* (Hübner, 1803) – Geryak et al. 2025.
1134. *Noctua pronuba* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021.
1135. *Noctua fimbriata* (Schreber, 1759) – Proiect ... 2021.
1136. *Noctua interposita* (Hübner, 1790) – Proiect ... 2021.
1137. *Noctua comes* Hübner, 1813 – Proiect ... 2021.
1138. *Eurois occulta* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2022.
1139. *Anaplectoides prasina* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1140. *Xestia baja* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – Kanarsky (unpublished data).
1141. *Xestia collina* (Boisduval, 1840) – Geryak et al. 2022.
1142. *Xestia c-nigrum* (Linnaeus, 1758) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1143. *Xestia ditrapezium* (Denis & Schiffermüller, 1775) – Proiect ... 2021; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1144. *Xestia triangulum* (Hufnagel, 1766) – Geryak et al. 2025.
1145. *Xestia speciosa* (Hübner, 1813) – Geryak et al. 2022.

ORDER DIPTERA

Family Tipulidae

1146. *Nephrotoma* sp. – Geryak et al. 2025.
1147. *Tipula paludosa* Meigen, 1830 – iNaturalist.
1148. *Tipula* sp. – Geryak et al. 2025.

Family Pediciidae

1149. *Pedicia pallens* Savchenko, 1978 – Savchenko 1986.
1150. *Pedicia staryi* Savchenko, 1978 – Savchenko 1986.

Family Limoniidae

1151. *Erioptera flavata* (Westhoff, 1882) – Savchenko 1982: - *gemina* Tjed.
1152. *Rhabdomastix subparva* Stary, 1971 – Savchenko 1982.
1153. *Cheilotrichia minima* (Strobl, 1898) – Savchenko 1982.
1154. *Hoplolabis vicina* (Tonnoir, 1920) – Savchenko 1982.
1155. *Hoplolabis yezoana* (Alexander, 1924) – Savchenko 1982.
1156. *Molophilus ater* (Meigen, 1804) – Savchenko 1982.
1157. *Molophilus corniger* de Meijere, 1920 – Savchenko 1982.
1158. *Molophilus crassipygus* de Meijere, 1918 – Savchenko 1982: - *ochrescens* Edw.
1159. *Molophilus ermolenkoi* Savchenko, 1976 – Savchenko 1982.
1160. *Molophilus scutellatus* Goetghebuer, 1929 – Savchenko 1982: - *flavoscutellatus* Lack.
1161. *Molophilus vafer* Lackschewitz, 1940 – Savchenko 1982: - *unguifer* Stary
1162. *Ormosia bifida* (Lackschewitz, 1940) – Savchenko 1982.
1163. *Ormosia staegeriana* Alexander, 1953 – Savchenko 1982.
1164. *Antocha vitripennis* (Meigen, 1830) – Savchenko 1985.
1165. *Dicranoptycha paralivescens* Stary, 1972 – Savchenko 1982.
1166. *Metalimnobia quadrinotata* (Meigen, 1818) – Savchenko 1985.
1167. *Dicranophragma separatum* (Walker, 1848) – Savchenko 1986.
1168. *Eutonia barbipes* (Meigen, 1804) – Savchenko 1986.
1169. *Neolimnomyia filata* (Walker, 1856) – Savchenko 1986.

Family Culicidae

1170. *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 – Geryak et al. 2025.

Family **Ceratopogonidae**

1171. *Culicoides* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Bibionidae**

1172. *Bibio* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Mycetophilidae**

1173. *Mycomya* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Sciaridae**

1174. *Sciara* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Rhagionidae**

1175. *Rhagio* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Tabanidae**

1176. *Chrysops caecutiens* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

1177. *Haematopota pluvialis* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

1178. *Hybomitra distinguenda* (Verrall, 1909) – Geryak et al. 2025.

1179. *Tabanus* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Asilidae**

1180. *Laphria ephippium* (Fabricius, 1781) – Geryak et al. 2025.

1181. *Laphria flava* (Linnaeus, 1761) – iNaturalist.

1182. *Neoitamus socius* (Loew, 1871) – iNaturalist.

Family **Bombyliidae**

1183. *Bombylius major* Linnaeus, 1758 – Geryak et al. 2025.

Family **Empididae**

1184. *Empistessellata* Fabricius, 1794 – iNaturalist.

Family **Syrphidae**

1185. *Blera fallax* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.

1186. *Brachypalpoides lentus* (Meigen, 1822) – Project ... 2021.

1187. *Brachypalpus chrysites* Egger, 1859 – Project ... 2021.

1188. *Chalcosyrphus nemorum* (Fabricius, 1805) – Project ... 2021.

1189. *Chalcosyrphus valgus* (Gmelin 1790) – Project ... 2021.

1190. *Cheilosia aerea* Dufour, 1848 – Project ... 2021.

1191. *Cheilosia albipila* Meigen, 1838 – Project ... 2021.

1192. *Cheilosia albitarsis* Meigen, 1822 – Project ... 2021.

1193. *Cheilosia canicularis* (Panzer, [1801]) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021; iNaturalist.

1194. *Cheilosia himantopus* (Panzer, 1797) – “Biodiversity of Ukraine”.

1195. *Cheilosia illustrata* (Harris, [1780]) – Project ... 2021.

1196. *Cheilosia impressa* (Loew, 1840) – Project ... 2021.

1197. *Cheilosia vulpina* (Meigen, 1822) – Project ... 2021.

1198. *Chrysogaster vuduata* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.

1199. *Criorhina berberina* (Fabricius, 1805) – Project ... 2021.

1200. *Eristalis intricaria* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.

1201. *Eristalis abusiva* Collin, 1931 – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.

1202. *Eristalis alpina* (Panzer, [1798]) – Project ... 2021.

1203. *Eristalis arbustorum* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.

1204. *Eristalis interrupta* (Poda, 1767) – Sirenko, Shparyk 2014.

1205. *Eristalis jugorum* Egger, 1858 – Sirenko, Shparyk 2014.

1206. *Eristalis nemorum* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.

1207. *Eristalis pertinax* (Scopoli, 1763) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021; iNaturalist.

1208. *Eristalis rupium* Fabricius, 1805 – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.

1209. *Eristalis similis* (Fallén, 1817) – iNaturalist.

1210. *Eristalis tenax* (Linnaeus, 1758) – Sirenko et al. 2002; Tretiak, Sirenko 2006; Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.

1211. *Ferdinandea cuprea* (Scopoli, 1763) – Project ... 2021.

1212. *Helophilus hybridus* Loew, 1846 – Project ... 2021.

1213. *Helophilus pendulus* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.

1214. *Helophilus trivittatus* (Fabricius, 1805) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021; iNaturalist.

1215. *Merodon cinereus* (Fabricius, 1794) – Project ... 2021.

1216. *Merodon equestris* (Fabricius, 1794) – Project ... 2021.
1217. *Myathropa florea* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1218. *Neoascia podagrica* (Fabricius, 1775) – Project ... 2021.
1219. *Orthonevra splendens* (Meigen, 1822) – Project ... 2021.
1220. *Rhingia borealis* Ringdahl, 1928 – Project ... 2021.
1221. *Rhingia campestris* Meigen, 1822 – Project ... 2021.
1222. *Rhingia rostrata* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1223. *Sericomyia bombiformis* (Fallen, 1810) – Sirenko, Shparyk 2014; iNaturalist.
1224. *Sericomyia lappona* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1225. *Sericomyia silentis* (Harris, [1776]) – Project ... 2021.
1226. *Sericomyia superbiens* (Müller, 1776) – Project ... 2021; iNaturalist.
1227. *Sphegina clunipes* (Fallen, 1816) – Project ... 2021.
1228. *Sphegina sibirica* Stackelberg, 1953 – Project ... 2021.
1229. *Syrretta pipiens* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1230. *Temnostoma bombylans* (Fabricius, 1805) – Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
1231. *Temnostoma vespiforme* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1232. *Volucella bombylans* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1233. *Volucella inanis* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1234. *Volucella pellucens* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021; iNaturalist.
1235. *Xylota jakutorum* Bagatshanova, 1980 – Project ... 2021.
1236. *Xylota segnis* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1237. *Xylota sylvarum* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1238. *Microdon analis* (Macquart, 1842) – Project ... 2021.
1239. *Microdon devius* (Linnaeus, 1761) – Project ... 2021.
1240. *Microdon mutabilis* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1241. *Pipiza noctiluca* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1242. *Pipiza quadrimaculata* (Panzer, [1804]) – Project ... 2021.
1243. *Chrysotoxum arcuatum* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1244. *Chrysotoxum bicinctum* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1245. *Chrysotoxum fasciolatum* (De Geer, 1776) – Project ... 2021.
1246. *Chrysotoxum festivum* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021; “Biodiversity of Ukraine”.
1247. *Dasysyrphus tricinctus* (Fallen, 1817) – Project ... 2021.
1248. *Didea alneti* (Fallén, 1817) – Project ... 2021.
1249. *Didea intermedia* (Loew, 1854) – Project ... 2021.
1250. *Epistrophe eligans* Harris, 1780 – Project ... 2021.
1251. *Epistrophe grossulariae* (Meigen, 1822) – Project ... 2021.
1252. *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) – Sirenko, Shparyk 2014; iNaturalist.
1253. (!) *Eriozona syrphoides* (Fallén, 1817) – Melnyk, Sirenko 2004; Prokhorov, Shparyk 2019. Listed in the Red Book of Ukraine (2021).
1254. *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794) – Project ... 2021.
1255. *Lapposyrphus lapponicus* (Zetterstedt, 1838) – “Biodiversity of Ukraine”.
1256. *Leucozona glaucia* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014.
1257. *Leucozona laternaria* (Müller, 1776) – Project ... 2021.
1258. *Leucozona lucorum* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1259. *Megasyrphus erratica* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021; iNaturalist.
1260. *Melangyna compositarum* (Verrall, 1873) – Project ... 2021.
1261. *Melangyna lucifera* Nielsen, 1980 – Project ... 2021.
1262. *Melangyna umbellatarum* (Fabricius, 1794) – Project ... 2021.
1263. *Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1264. *Melanostoma scalare* (Fabricius, 1794) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.

1265. *Meliscaeva cinctella* (Zetterstedt, 1843) – Project ... 2021.
1266. *Platycheirus albimanus* (Fabricius, 1781) – Project ... 2021.
1267. *Platycheirus granditarsus* (Forster, 1771) – Project ... 2021.
1268. *Platycheirus rosarum* (Fabricius, 1787) – Project ... 2021.
1269. *Platycheirus scutatus* (Meigen, 1822) – Project ... 2021.
1270. *Scaeva pyrastris* (Linnaeus, 1758) – Project ... 2021.
1271. *Scaeva selenitica* (Meigen, 1822) – Project ... 2021.
1272. *Sphaerophoria interrupta* (Fabricius, 1805) – Shparyk 2013.
1273. *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758) – Shparyk, 2013; Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1274. *Sphaerophoria shirchan* Violovich, 1957 – Project ... 2021.
1275. *Sphaerophoria taeniata* (Meigen, 1822) – Shparyk 2013; Project ... 2021.
1276. *Syrphus ribesii* (Linnaeus, 1758) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1277. *Syrphus vitripennis* (Meigen, 1822) – Sirenko, Shparyk 2014; Project ... 2021.
1278. *Xanthandrus comptus* (Harris, [1780]) – Project ... 2021.

Family **Conopidae**

1279. *Conops strigatus* Wiedemann, 1824 – iNaturalist.
1280. *Sicus ferrugineus* (Linnaeus, 1761) – iNaturalist.

Family **Agromyzidae**

1281. *Agromyza* sp. – iNaturalist.
1282. *Phytomyza lappae* Goureau, 1851 – iNaturalist.

Family **Heleomyzidae**

1283. *Tephrochlamys flavipes* (Zetterstedt, 1838) – iNaturalist.

Family **Sciomyzidae**

1284. *Coremacera marginata* (Fabricius, 1775) – iNaturalist.
1285. *Limnia unguicornis* (Scopoli, 1763) – iNaturalist.

Family **Muscidae**

1286. *Hydrotaea* sp. – Geryak et al. 2025.
1287. *Musca* sp. – Geryak et al. 2025.
1288. *Muscina* sp. – Geryak et al. 2025.
1289. *Phaonia angelicae* (Scopoli, 1763) – iNaturalist.

Family **Scathophagidae**

1290. *Scathophaga stercoraria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Calliphoridae**

1291. *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 – iNaturalist.
1292. *Calliphora* sp. – Geryak et al. 2025.
1293. *Lucilia* sp. – Geryak et al. 2025.

Family **Oestridae**

1294. *Cephenemyia stimulator* (Clark, 1815) – iNaturalist.

Family **Sarcophagidae**

1295. *Sarcophaga carnaria* (Linnaeus, 1758) – Geryak et al. 2025.

Family **Tachinidae**

1296. *Gymnosoma rotundatum* (Linnaeus, 1758) – iNaturalist.
1297. *Phasia hemiptera* (Fabricius, 1794) – Geryak et al. 2025.
1298. *Tachina* sp. – Geryak et al. 2025.

ORDER **MECOPTERA**

Family **Panorpidae**

1299. *Panorpa alpina* Rambur, 1842 – iNaturalist; Geryak, Khalaim (unpublished data).
1300. *Panorpa communis* Linnaeus, 1758 – Geryak et al. 2025.

Rare component in the invertebrate fauna of the Syniohora National Nature Park

As of now, 51 species of spiders and insects recorded from the Park are protected at various levels. Among them, 16 species are protected at the national level and included in the current edition of the Red Data Book of Ukraine (Chervona ... 2021). According to the national protection categories, there are seven rare species (R): *Urocerus augur*, *Dolichomitrus cephalotes*, *Megarhyssa rixator*, *Rhyssa kriechebaumeri*, *Saturnia pavonia*, *Catocala sponsa* and *Euchalcia variabilis*; 8 species are “vulnerable”: *Calopteryx virgo*, *Anax imper-*

ator, *Limenitis populi*, *Apatura iris*, *Euphydryas aurinia*, *Arctia matronula*, *Callimorpha dominula*, and *Eriozone syrphoides*, and one – *Cordulegaster bidentata* – is “vanishing”.

In addition, the 43 species of spiders and insects in the Park's fauna are protected at the regional level. Seventeen species of spiders (*Coelotes carpathensis*, *Cheiracanthium punctorium*, *Clubiona alpicola*, *Hahnina pusilla*, *Anguliphantes tripartitus*, *Bathyphantes similis*, *Centromerus cavernarum*, *Centromerus silvicola*, *Kaestneria torrentum*, *Maro minutus*, *Oedothorax gibbifer*, *Palliduphantes milleri*, *Taranucnus setosus*, *Arctosa maculata*, *Pardosa nigra*, and *Robertus scoticus*) are included in the Red List of Spiders of the Carpathians (Gajdoš et al. 2014), which is based on the faunistic studies of the mountain system within seven countries. Of these, three species, namely *Bathyphantes similis*, *Centromerus silvicola*, and *Palliduphantes milleri*, belong to the “Vulnerable” category (VU), seven species – to the “Near Threatened” category (NT), seven species – to the “Least Concern” category (LC). Other 26 species from the class Insecta are listed in the Red Book of the Ukrainian Carpathians (2011): *Calopteryx virgo*, *Anax imperator*, *Cordulegaster bidentata*, *Urocerus augur*, *Bombus pyrenaicus*, *B. wurfleini*, *Carabus auronitens*, *C. fabricii*, *C. irregularis*, *Deltomerus carpathicus*, *Pterostichus burmeisteri*, *Ceruchus chrysomelinus*, *Peltis grossa*, *Papilio machaon*, *Pseudophilotes vicrama*, *Limenitis populi*, *Apatura iris*, *Euphydryas aurinia*, *Aglaia tau*, *Saturnia pavonia*, *Hemaris fuciformis*, *Arctia matronula*, *Callimorpha dominula*, *Catocala fraxini*, *C. sponsa*, and *Euchalcia variabilis*.

Ultimately, five species of insects are protected at the international level and included in the conservation lists of the Bern Convention. These include *Carabus variolosus* and *C. zawadzkyi*, which are listed

in the Red List of Resolution No. 6, *Lopinga achine*, which is listed in Appendix II, as well as *Lycaena dispar* and *Euphydryas aurinia*, which are listed in both Appendix II and Resolution No. 6 of the Bern Convention.

Two spider species – *Kaestneria torrentum* (Kulczyński, 1882) and *Palliduphantes milleri* (Starega, 1972) are endemic to the Carpathians (Gajdoš et al. 2014). The other two (– *Taranucnus beskidicus* Hirna, 2018 and *Coelotes carpathensis* Ovtchinnikov, 1999) have been found within the mountain system only in Ukraine (Hirna 2018; Hirna, Yanul 2023; World Spider Catalog 2025), but their status as endemic species is currently being clarified.

Conclusions

As a result of the analysis of materials collected at the current stage of research, as well as the analysis of literary sources and Internet resources, 177 species of 24 families of the order Araneae (class Arachnida) and 1,300 species of 142 families and 14 orders of the class Insecta have been registered in the Park.

Obviously, these figures are not exhausted, as the study of many taxonomic groups of arthropods is only just beginning, and the territory of the Park has been studied very unevenly. In particular, the aranei- and entomofauna of the highlands remain almost unexplored. With further research, many new discoveries can be expected in the Syniohora National Nature Park, and, accordingly, significant additions to the faunal checklists.

51 rare species of spiders and insects have been found in the Park. Among them, 16 species are listed in the Red Data Book of Ukraine (Chervona 2021), 42 species are protected at the regional level, and five species at the international level – included in Appendix II and Resolution 6 of the Bern Convention.

AGUIAR, A.P., DEANS, A.R., ENGEL, M.S., FORSHAGE, M., HUBER, J.T., JENNINGS, J.T., JOHNSON, N.F., LELEJ, A.S., LONGINO, J.T., LOHRMANN, V., MIKÓ, I., OHL, M., RASMUSSEN, C., TAEGER, A., YU, D.S.K. (2011) Order Hymenoptera Linnaeus, 1758. In: *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. Zhang Z.-Q. (Ed.). *Zootaxa*, 3703(1), 51–62. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.12>

BENNETT, N. (1929) The dissection and preparation of the genitalia of Lepidoptera. *Entomologist*, 62, 220–223, 245–248.

BYBEE, S.M., KALKMAN, V.J., ERICKSON, R.J., FRANDSEN, P.B., BREINHOLT, J.W., SUVOROV,

A., DIJKSTRA, K.-D., CORDERO-RIVERA, A., SKEVINGTON, J.H., ABBOTT, J.C., SANCHEZ HERRERA, M., LEMMON, A.R., MORIARTY-LEMMON, E., WARE, J.L. (2021) Phylogeny and classification of Odonata using targeted genomics. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 160, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107115>

BOBYLIAK, A.Y., SIRENKO, A.H. (2009) Do pytan'nia pro poshyrennia Siricidae (Hymenoptera, Insecta) v riznykh lisovykh ekosystemakh Ukrainy. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Seriya Biologiya*, 14, 58–65. (in Ukrainian)

BUREIKO, M.D., ZAMOROKA A.M. (2024) Aktualizatsiia doslidzhen zhukiv-lystoidiv (Coleoptera: Chrysomelidae) Natsionalnoho pryrodnoho parku

- "Syniohora". *Proceedings of the scientific-practical conference "Aktualni problemy vyvchennia entomofauny zakhidnoho rehionu Ukrainy"*. Ivano-Frankivsk – Stara Huta, 14-16, June, 2024. Lviv, pp. 5–6. (in Ukrainian)
- CAI, C., TIHELKA, E., GIACOMELLI, M., LAWRENCE, J.F., ŚLIPIŃSKI, A., KUNDRATA, R., YAMAMOTO, S., THAYER, M.K., NEWTON, A.F., LESCHEN, R.A.B., GIMMEL, M.L., LÜ, L., ENGEL, M.S., BOUCHARD, P., HUANG, D., PISANI, D., DONOGHUE, P.C.J. (2022) Integrated phylogenomics and fossil data illuminate the evolution of beetles. *Royal Society Open Science*, 211771(9), 1–87. <https://doi.org/10.1098/rsos.211771>
- CIGLIANO, M.M., BRAUN, H., EADES, D.C., OTTE, D. (2024) Orthoptera Species File. Taxonomic database of the world's grasshoppers, locusts, katydids, crickets, and related insects. Available at: <http://orthoptera.speciesfile.org> [Accessed 10 September 2025].
- CHERVONAKNYHA UKRAINY (Tvarynni svit) (2021) Perelik vydiv tvaryn, shcho zanosyatsia do Chervonoï knyhy Ukrainy (tvarynni svit). Nakaz Ministerstva zakhystu dovykillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy № 29, 19.01.2021. (in Ukrainian)
- EVENHUIS, N.L., PAPE, T. (2021) Systema Dipteriorum, version 3.5. Available at: <http://www.diptera.org> [Accessed 10 September 2025].
- FUFALCO, I.M. (2024) Vydove riznomanittia bezkhrabetnykh fauny natsionalnoho pryrodnoho parku «Syniohora». *Proceedings of the scientific-practical conference "Aktualni problemy vyvchennia entomofauny zakhidnoho rehionu Ukrainy"*. Ivano-Frankivsk – Stara Huta, 14-16, June, 2024. Lviv, pp. 55–57 (in Ukrainian).
- GAJDOŠ, P., MOSCALIUC, L.A., ROZWALKA, R., HIRNA, A., MAJKUS, Z., GUBÁNYI, A., HELTAI, M.G., SVATOŇ J. (2014) Red List of Spiders (Araneae) of the Carpathian Mts. In: Kadlečík J. (Ed.) *Carpathian Red list of forest habitats and species. Draft Carpathian list of invasive alien species (Draft)*. The State Nature Conservancy of the Slovak Republik, Slovakia. pp. 82–135.
- GERYAK, Yu.M., Kanarsky, Yu.V., KHALAIM, Ye.V., FUFALCO, I.M., GLOTOV, S.V. (2025) Stan vyvchennia entomofauny (Insecta) NPP «Syniohora». *Proceedings of the scientific-practical conference "Priorytetni napriamky okhorony pryrody v umovakh dovhotryvaloi viiny"*. Stara Huta, Ivano-Frankivsk Region, 12-13, December, 2024. Kushnir H.M., Ivano-Frankivsk. pp. 46–55 (in Ukrainian).
- GERYAK, Yu.M., KHALAIM, Ye.V., SUCHKOV S.I., ZHAKOV, O.V., BACHYNSKYI, A.I., BEZUGLYI, S.K., BIDYCHAK, R.M., GALKIN, O.O., GERA, A.A., KAVURKA, V.V., KOVALCHUK, D.O., KOZLOV, S.M., LESHCHENKO, M.V., NOVYTSKYI, S.M., PARKHOMENKO, V.V., PROSTEBI, V.L., SERGIENKO, V.M., TROTSSENKO, S.M., TSYKAL, S.V., VOITKO, P.L., VORONOV, V.K., YEPISHIN, V.V., ZAIKA, M.I. (2022) Contribution to Knowledge on the Taxonomic Composition and Distribution of Noctuid Moths (Lepidoptera: Noctuoidea) of Ukraine. *Ukrainian Entomological Journal*, 20, 65–107. <https://doi.org/10.15421/282203>
- HEOBOTANICHNE RAIONUVANNIA UKRAINSKOI RSR (1977) Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
- HIRNA, A. (2015) Specimens of spider fauna from Ukraine in the collection of the Museum of Natural History, Wrocław University (According to the collection of Stanisław Pilawski and Kazimierz Petruszewicz). *Zoologica Poloniae*, 60(1-1), 15–33.
- HIRNA, A. (2018) A new species and new records of the spider genus *Taranucnus* (Araneae, Linyphiidae) from the Ukrainian Carpathians. *Zootaxa*, 4429, 372–378. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4429.2.11>
- HIRNA, A., YANUL, V. (2023) On some rare and newly recorded spider species for the Ukrainian Carpathians (Arachnida: Araneae). *Arachnologische Mitteilungen*, 66, 38–43. <https://doi.org/10.30963/aramit6606>
- KANARSKY, Yu.V., SENCHAK, I.I., FUFALCO, I.M. (2024) Do znakhidky ridkysnoho vydu metelyka *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775) v NPP «Syniohora». *Proceedings of the scientific-practical conference "Osoblyvosti okhorony pryrody v umovakh voiennoho stanu v interesakh mistsevykh hromad"*. Stara Huta, 14-15, December, 2023, Ivano-Frankivsk, pp. 57–60 (in Ukrainian).
- KIZUB, I.V., LESHCHENKO, M.V. (2020) Contribution to the knowledge of the genus *Otiorhynchus* Germar, 1822 (Coleoptera: Curculionidae) fauna of Ukraine. Part 3. *Munis Entomology & Zoology*, 15(2), 397–406.
- KRIVOSHEYEV, R.E. (2015) *Zhuky-potayemtsi (Coleoptera: Staphylinidae: Pselaphinae) Ukrayiny (fauna, zooheohrafiya, morfolohichni ta ekolohichni osoblyvosti)*. Manuscript of PhD thesis. Available at: <http://docplayer.net/65615500-Krivosheiev-robert-ievgenovich.html> (in Ukrainian)
- KYZYM, A., ZAMOROKA A. (2024) Monitorynh chuzhoridnykh vydiv komakh u Ivano-Frankivskii oblasti z vykorystanniam mozhlyvosti hromadianskoï nauky. *Proceedings of the International scientific conference "Dnistrovski chytannia"*. 18, October, 2024, Tlumach, Ivano-Frankivsk Region, Ukraine. Druk Art, Tlumach – Chernivtsi, pp. 54–58. (in Ukrainian)
- LITOPYS PRYRODY NATSIONALNOHO PRYRODNOHO PARKU «SYNIOHORA» (2022) Vol. 1, Shparyk Yu.S. (Ed.). (in Ukrainian)
- LITOPYS PRYRODY NATSIONALNOHO PRYRODNOHO PARKU «SYNIOHORA» (2023) Vol. 2, Shparyk Yu.S. (Ed.). (in Ukrainian)
- ŁOMNICKI, M. (1878a) Wycieczka w Góry Sołotwińskie. *Polskiego Towarzystwa Tatrzańskiego*, 3, 32–48.
- ŁOMNICKI, M. (1878b) Wykaz szarańczaków zebranych w miesiącu sierpniu 1877 r. w górach Sołotwińskich. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, Kraków, 12, 1–5.
- ŁOMNICKI, M. (1880) Chrząszcze zebrane w górach Sołotwińskich. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, Kraków, 14, 3–12.

- ŁOMNICKI, M. (1886) *Muzeum imienia Dzieduszyckich we Lwowie. Dział I. Zoologiczny oddział zwierząt bezkręgowych. IV. Chrzyszczce czyli tęgoskrzydłe (Coleoptera)*. Lwów.
- MELNYK, S., SIRENKO, A. (2004) Pro znakhidky ridkisnykh vydiv mukh-dziurchalok rodiv Eriozona ta Microdon (Diptera, Syrphidae) v Ivano-Frankivskii oblasti. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Serii Biologhiia*, 4, 107–110. (in Ukrainian)
- MYKYTSEI, P.S. (2012) Do pyttannia pro uhrupuvannia zhukiv-kovalykyv (Elateridae, Coleoptera, Insecta) subalpiiskyykh ta alpiiskyykh luk Ukrainskykh Karpat. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Serii Biologhiia*, 16, 92–102. (in Ukrainian)
- NIEUKERKEN, E.J., VANKAILA, L., KITCHING, I.J., KRISTENSEN, N.P., LEES, D.C., MINET, J., MITTER, C., MUTANEN, M., REGIER, J.C., SIMONSEN, T.J., WAHLBERG, N., YEN, S.-H., ZAHIRI, R., ADAMSKI, D., BAIXERAS, J., BARTSCH, D., BENGTSSON, B.Å., BROWN, J.W., BUCHELI, S.R., DAVIS, D.R., DE PRINS, J., DE PRINS, W., EPSTEIN, M.E., GENTILI POOLE, P., GIELIS, C., HÄTTENSCHWILER, P., HAUSMANN, A., HOLLOWAY, J.D., KALLIES, A., KARSHOLT, O., KAWAHARA, A.Y., KOSTER, J.C., KOZLOV, M.V., LAFONTAINE, J.D., LAMAS, G., LANDRY, J.-F., LEE, S., NUSS, M., PARK, K.-T., PENZ, C., ROTA, J., SCHINTLMEISTER, A., SCHMIDT, B. C., SOHN, J.-C., SOLIS, M.A., TARMANN, G.M., WARREN, A.D., WELLER, S., YAKOVLEV, R.V., ZOLOTUHN, V.V., ZWICK, A. (2011) Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q., ed. *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Biodiversity Data Journal*, 3148(1), 212–221. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.3>
- NUZHNA, A., VARGA, A. (2015) A review of the Anomaloninae (Hymenoptera, Ichneumonidae, Anomaloninae) from the Ukrainian Carpathians. *Biodiversity Data Journal*, 3, e6890. <https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e6890>
- PAULSON, D., SCHORR, M., ABBOTT, J., BOTA-SIERRA, C., DELIRY, C., DIJKSTRA, K.-D., LOZANO, F. (coordinators) (2024). *World Odonata List*. Odonata Central, University of Alabama. Available at: <https://www.odonatacentral.orgapp/#/wol/> [Accessed 10 September 2025].
- POPOV, S.G., PLIUSHCH, I.G. (2004) *Bulavousyie cheshuekrylyie (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) Zapadnoy Ukrainy*. M-Studiya, Uzhhorod.
- PROIEKT ORHANIZATSII TERYTORII NATSIONALNOHO PRYRODNOHO PARKU "SYNIOHORA", okhorony, vidtvorennia ta rekreatsiinoho vykorystannia yoho pryrodnykh kompleksiv i obiektiv (2021) HO "Ekolohif", Huta. (in Ukrainian)
- PROKHOROV, O.V., SHPARYK, V.Yu. (2019) Ridkisni vydy mukh-povysyukh (Diptera: Syrphidae), rekomendovani do zanesennia v Chervonu knyhu Ukrainy. *Ukrainska entomofaunistyka*, 10(1), 7–12. (in Ukrainian)
- PUSHKAR, V.S., ZAMOROKA A.M., ZHYRAK, R.M. (2006) Do fauny deiakyykh taksoniv komakh pivdenno-zakhidnoi chastyny Ivano-Frankivskoi oblasti. *Naukovi osnovy zberezhennta biotychnoi riznomanitnosti*, 7, 126–131. (in Ukrainian)
- RIEDEL, M., VARGA, A. (2019) The genus *Astiphromma* Förster, 1869 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Mesochorinae) in the Ukrainian Carpathians. *Journal of Insect Biodiversity*, 9(2), 57–60. <https://doi.org/10.12976/jib/2019.09.2.2>
- RIEDEL, M., VARGA, A. (2022) A checklist of the subfamily Mesochorinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from the Ukrainian Carpathians. *Zootaxa*, 5100(2) 224–248. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5100.2.3>
- RIZUN, V.B. (2024) Do vyvchennia zhukiv-turuniv (Coleoptera, Carabidae) natsionalnoho pryrodnoho parku «Syniohora». *Proceedings of the scientific-practical conference "Aktualni problemy vyvchennia entomofauny zakhidnoho rehionu Ukrainy"*. Ivano-Frankivsk – Stara Huta, 14-16, June, 2024. Lviv, pp. 49–52. (in Ukrainian)
- RYMARCHUK, T., YELTSOV, A., ZHYRAK, R., ROZHNIATOVSKA, V., MRICHKO, N. (2002) Struktura i dynamika entomofauny skhidnykh Horhan i okremykh raioniv Prykarpattia. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Serii Biologhiia*, 2, 72–95. (in Ukrainian)
- SAVCHENKO, Ye.M. (1982) *Komari-limoniidy (pidrodyna eriopteryi) Dovhovusi dvokryli*. Fauna Ukrainy. Fauna Ukrayny, Vol. 14 (3). Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
- SAVCHENKO, Ye.N. (1985) *Komaryi-lymonyidy. Podsemeistvo lymonyidy. Dlynousyie dvukrylyie*. Fauna Ukrayny. Vol. 14 (4). Naukova dumka, Kyiv. (in Russian)
- SAVCHENKO, Ye.N. (1986) *Komaryi-limoniidy (obshchaya harakteristika, podsemeystva peditiinyi i geksatominyi). Dlynousyie dvukrylyie*. Fauna Ukrainy. Vol. 14 (2). Naukova dumka, Kyiv. (in Russian)
- SEREDIUK, H.V. (2016) *Sitchastokryli (Insecta, Neuroptera) Ukrainskykh Karpat. Ukrainskyi entomolohichnyi zhurnal*, 11(1-2), 46–68. (in Ukrainian)
- SHARKEY, M.J. (2007) Phylogeny and Classification of Hymenoptera. *Zootaxa*, 1668, 521–548.
- SHARKEY, M.J., CARPENTER, J.M., VILHELMSSEN, L., HERATY, J., LILJEBLAD, J., DOWLING, A.P.G., SCHULMEISTER, S., MURRAY, D., DEANS, A.R., RONQUIST, F., KROGMANN, L., WHEELER, W.C. (2011) Phylogenetic relationships among superfamilies of Hymenoptera. *Cladistics*, 27, 1–33. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2011.00366.x>
- SHPARYK, V.Yu. (2012) Pro lokalizatsiiu mikropopuliatsii ridkisnoho vydu syrpid *Eriozona syrphoides* (Fallen,

- 1817) (Syrphidae, Diptera, Insecta) na terytorii Ukrainykh Karpat. *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Seriya Biologiya*, 16, 8–9. (in Ukrainian)
- SHPARYK, V.Yu. (2013) Ohliad mukh-povysyukh rodu *Sphaerophoria* Le Peletier & Serville, 1828 (Diptera, Syrphidae) Ukrainykh Karpat. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu*, 29, 167–172. (in Ukrainian)
- SHPARYK, V.Yu., SIRENKO, A.H. (2006) Do fauny syrpid (Diptera, Syrphidae) pivnichno-skhidnoi chastyny Ukrainykh Karpat. *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Seriya Biologiya*, 6, 71–80. (in Ukrainian)
- SHPARYK, V.Yu., SIRENKO, A.H. (2013) Pro znakhidky ridkysnoho vydu syrpid *Eriozona syrphoides* (Diptera, Syrphidae) na terytorii Ukrainykh Karpat. *Proceedings of the VII International scientific conference "Bioriznomanittia ta rol tvaryn v ekosystemakh". Dnipropetrovsk, Advarta*, pp. 184–185. (in Ukrainian)
- SIRENKO, A., TRETIK, V., LESHCHYSHCHYN, O. (2002) Polimorfizm pryrodnykh populiatsii komakh karpatskoho rehionu. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Seriya Biologiya*, 2, 44–71. (in Ukrainian)
- SIRENKO, A.H., SHPARYK, V.Yu. (2008) Do pytannia pro kharchovu spetsializatsiiu imaho syrpid (Syrphidae, Diptera, Insecta). *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Seriya Biologiya*, 12, 81–87. (in Ukrainian)
- SIRENKO, A. H., SHPARYK, V.Yu. (2014) *Trofichna spetsializatsiia imaho syrpid v umovakh Ukrainykh Karpat*. Ivano-Frankivsk, 1–162. (in Ukrainian)
- SIRENKO, A.H., ZABRODA, V.V. (2013) *Tenthredinidae (Hymenoptera, Insecta) pivnichnoho makroskhyly Ukrainykh Karpat i prylehlykh terytorii Lisostepu*. Vydavnytstvo Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka, Ivano-Frankivsk. (in Ukrainian)
- TRETIK, V., SIRENKO, A. (2006) Porivnialnyi analiz fenohenetychnykh struktur montannykh i rivnynykh populiatsii vydu *Eristalis tenax* L. na Prykarpatti. *Visnyk Prykarpatskoho universytetu. Seriya Biologiya*, 6, 114–123. (in Ukrainian)
- TSARNENKO, P.N. (1988) *Osobennosti heolohycheskoho stroeniya. Stratyhrafycheskyi ocherk*. In: Ukrainskye Karpaty. Pryroda. Holubets, M.A., Havrusevych, A.N., Zahaikevych, I.K. (Eds.). Naukova dumka, Kyiv, pp. 21–30. (in Russian)
- TSYS, P.M. (1962) *Heomorfologiya URSR*. Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu, Lviv. (in Ukrainian)
- TURYS, E.V. (2022) Faunistychnyi spysok zhukiv miakotilok (Coleoptera, Cantharidae) Ukrainykh Karpat. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology*, 52, 11–31. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2022.52.11-31>
- VARGA, A. (2012) The genus *Dolichomitus* Smith, 1877 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Pimplinae) in the Ukrainian Carpathians, with description of a new species. *Zoologische Mededelingen*, 86(7), 569–578.
- VARGA, A. (2013) A review of the subfamily Acaenitinae Förster, 1869 (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Ukrainian Carpathians. *Biodiversity Data Journal*, 1, 1–8. <https://doi.org/10.3897/BDJ.1.e1008>
- VARGA, A. (2014a) New data on the genus *Dolichomitus* (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) in the Ukrainian Carpathians. *Vestnik zoologii*, 48(4), 325–332. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2014-0039>
- VARGA, A. (2014b) A review of the subfamily Rhyssinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from the Ukrainian Carpathians. *Vestnik zoologii*, 48(1), 27–34. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2014-0003>
- VARGA, A. (2014c) Study of Xoridinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) in the Ukrainian Carpathians. Genera *Odontocolon* Cushman and *Ischnoceros* Gravenhorst. *Proceedings of the Russian Entomological Society. St Petersburg*, 85(1), 143–150. https://doi.org/10.47640/1605-7678_2014_85_1_143
- VARGA, A. (2014d) A review of the genus *Xorides* Latreille, 1809 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Xoridinae) in the Ukrainian Carpathians. *Journal of Insect Biodiversity*, 2(7), 1–9. <https://doi.org/10.12976/jib/2014.2.7>
- VARGA, A. (2015) A review of the subfamily Poemeniinae Narayanan & Lal, 1953 (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Carpathians. *Journal of Insect Biodiversity*, 3(7), 1–14. <https://doi.org/10.12976/jib/2015.3.7>
- VARGA, O.O. (2016) *Yizdtsi-pimpliny (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) Ukrainykh Karpat*. Manuscript of PhD thesis, 1–26. Available at: <http://mail.izan.kiev.ua/disser/Varga/Varga-aref.pdf> (in Ukrainian)
- VARGA, A. (2017a) A review of the Genus *Exeristes* (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) from Carpathians, with an Illustrated Key to Western Palearctic Species. *Vestnik zoologii*, 51(1), 9–14. <https://doi.org/10.1515/vzoo-2017-0002>
- VARGA, A. (2017b) A review of the genus *Rhimphoctona* Förster, 1869 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Campopleginae) from the Ukrainian Carpathians, with a key to the European species. *Zootaxa*, 4263(2), 387–394. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4263.2.12>
- VARGA, A. (2018a) A review of the Carpathian Ephialtini Parasitoids (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) associated with spiders. *Vestnik zoologii*, 52(5), 367–378. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2018-0039>
- VARGA, A. (2018b) A review of the tribe Pimplini Wesm., 1845 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) from the Carpathians, with new records for Romania and Ukraine. *Turkish Journal of Zoology*, 41, 354–362. <https://doi.org/10.3906/zoo-1604-75>
- VARGA, A. (2018c) A review of the tribe Delomeristini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) in the Ukrainian Carpathians. *Vestnik zoologii*, 52(3), 235–240. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2018-0024>
- VARGA, A. (2019) Taxonomy and distribution of pimpline parasitoids (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae) in Ukraine. *Zootaxa*, 4693(1), 1–65. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4693.1.1>
- VARGA, A. (2020) The Diplazontinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) in the Ukrainian Carpathians.

- Zoodiversity*, 54(3), 221–236. <https://doi.org/10.15407/zoo2020.03.221>
- VARGA, A. (2023) The genera *Astrenis* Förster, 1869 and *Phrudus* Förster, 1869 (Hymenoptera, Ichneumonidae: Tersilochinae) in the Ukrainian Carpathians. *Zootaxa*, 5315(6), 584–592. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5315.6.6>
- VARGA, A. (2024) Checklist of the Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera) of Ukraine. *Zootaxa*, 5456(1), 1–131. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5456.1.1>
- VARGA, A., KOSTRO-AMBROZIAK, A. (2021) New records of the subfamilies Cylloceriinae and Microleptinae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Eastern Europe. *Zoodiversity*, 55 (6), 485–492. <https://doi.org/10.15407/zoo2021.06.485>
- VARGA, A., RIEDEL, M., DILLER, E. (2020) A pilot study of the Carpathian ichneumonine parasitoids (Hymenoptera, Ichneumonidae: Ichneumoninae) reveals eighty-eight new records for Ukraine. *Zootaxa*, 4836(1), 1–89. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4836.1.1>
- VARGA, O.O., SIRENKO, A.H. (2009) До питання про Ichneumonidae (Hymenoptera) Українських Карпат та прylehlykh тerytorii. *Proceedings of V International scientific conference "Zoocenosis–2009. Bioriznomanittia ta rol tvaryn v ekosystemakh"*. Dnipropetrovsk, Ukraine, pp. 195–196. (in Ukrainian)
- WORLD SPIDER CATALOG (2025) World Spider Catalog. Version 26. Natural History Museum Bern. Available at: <http://wsc.nmbe.ch> [Accessed on 19.07.2025]. <https://doi.org/10.24436/2>
- ZABRODA, V. (2007) To the question of studying the Tenthredinid sawflies in subalpine meadows of the Ukrainian Carpathians. *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Serii Biolohiia*, 7–8, 98–100. (in Ukrainian)
- ZAMOROKA A.M. (2004) Distribution of *Carabus fabricii ucrainicus* (Carabidae, Coleoptera) in the Gorgan mountain range. *Proceedings of the International scientific-practical conference "Problemy pryrodokorystuvannya ta okhorona roslynnoho i tvarynnoho svitu"*. Kryvyi Rih, Ukraine, pp. 27–29. (in Ukrainian)
- ZAMOROKA A.M. (2018) The longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of the Eastern Carpathian Mountains in Ukraine. *Munis Entomology & Zoology*, 13(2), 655–691.
- ZAMOROKA A.M. (2022) Retro- ta prospektyvy naukovykh doslidzhen u NPP "Syniohora". *Proceedings of the scientific-practical conference "Okhorona pryrody v konteksti enerhetychnoi ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy «Pershi Zymovi chytannia v Synohori»*. Stara Huta, 13-14, December, 2022. Ivano-Frankivsk, pp. 23–27. (in Ukrainian)
- ZAMOROKA A.M. (2024) Skrypunovi (Coleoptera: Cerambycidae) natsionalnoho pryrodnoho parku «Syniohora»: istoriia doslidzhen i aktualnyi stan piznannia. *Proceedings of the scientific-practical conference "Aktualni problemy vyvchennia entomofauny zakhidnoho rehionu Ukrainy*. Ivano-Frankivsk – Stara Huta, 14-16, June, 2024. Lviv, pp. 26–28. (in Ukrainian)
- ZAMOROKA A.M., BIDYCHAK, R.M., GERYAK, Yu.M., GLOTOV, S.V., KAPRUS, I.Ya., KOZORIZ, Yu.H., MARTYNOV, O.V., MYKHAILIUK-ZAMOROKA O.V., PUSHKAR, T.I., RIZUN, V.B., SLOBODIAN, O.M., SMIRNOV, N.A., UTIEVSKYI, S.Yu., SHPARYK, V.Yu. (2017) Rozpovsiudzhennia ridkisykh vydiv bezkhrebetnykh tvaryn, zanesenykh do Chervonoï knyhy Ukrainy, v Ivano-Frankivskii oblasti. *Ukrainskyi entomolohichnyi zhurnal*, 2(13), 77–94. (in Ukrainian)
- ZAMOROKA A.M., ZHYRAK, R.M., PUSHKAR, V.S. (2005) Ridkisi ta znykaiuchi vydy komakh Ivano-Frankivskoi oblasti u kolektsiiakh Studentskoho Naukovoho Entomolohichnoho Tovarystva "Tenaks-17". In: *Ridkisi ta znykaiuchi vydy komakh ta kontseptsii Chervonoï knyhy Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats*. Kyiv, pp. 34–37. (in Ukrainian)
- ZHANG, Z.-Q. (2011) Phylum Arthropoda von Siebold, 1848 In: *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Zootaxa*, 3148, 100–101. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.14>
- ZHYRAK, R.M. (2004) Doslidzhennia fauny dzhmeliv (Hymenoptera, Apidae, Bombinae) u riznykh pryrodnykh biotopakh na terytorii Ivano-Frankivskoi oblasti. *Naukovi osnovy zberezhennia biotychnoi riznomanitnosti*, 6, 205–209. (in Ukrainian)
- ZHYRAK, R.M. (2008) Do pyttannia pro faunistyku, khorolohiiu ta ekoloho-biolohichni osoblyvosti dzhmeliv (Hymenoptera, Apidae: Bombus) na terytorii Gorgan (Ukrainski Karpaty). *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Serii Biolohiia*. 12, 88–91. (in Ukrainian)

Дата першого надходження статті до видання: 01.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



МОХОВА РОСЛИННІСТЬ КСЕРОТЕРМНОЇ ДІБРОВИ СОРОЧОЇ ГОРИ (МУКАЧЕВО, ЗАКАРПАТСЬКА РІВНИНА)

Калина ГОБЛИК¹, Марина РАГУЛІНА², Олег ОРЛОВ²

Досліджено таксономічне та синтаксономічне бріорізноманіття ксеротермних дібров Закарпатської рівнини на прикладі Сорочої гори (м. Мукачеве). Встановлено, що моховий покрив досліджуваного лісового масиву представлений 46-ма видами 36-ти родів 19-ти родин 2 відділів: Marchantiophyta та Bryophyta, які бріоценотично розподілені між 15 асоціаціями 6 союзів 5-х класів бореально- та неморально-лісової, а також наскельної мохової рослинності. Локальною специфікою мохового покриву ксеротермних дібров класу *Quercetea pubescentis* у Вулканічних Карпатах є панування епіфітної аеро-геліофільній теплолюбної рослинності класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis* з високою часткою подушкових мохів родин *Pottiaceae* та *Orthotrichaceae*, яка топічно прив'язана до стовбурів живих, насамперед – старих дерев. Епілітна рослинність класу *Ctenidietea mollusci*, яка у рамках свого ареалу трапляється головню на виходах вапняків, доломітів та мергелів, в умовах Вигорлат-Гутинського пасма синекологічно пов'язана із безкарбонатними вулканічними породами (андезитами). Сигнальна складова мохової рослинності досліджуваної термофільної діброви представлена 20-ма видами, бріосоціологічно приуроченими до 5-ти асоціацій 3-х союзів 2-х класів. Більша частина індикаторних видів (55,0 %) належить аеро-геліофільній рослинності класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*, що за своїми екологічними перевагами найкраще відповідає умовам розріджених світлих дібров, які добре прогріваються. Цей тип епіфітної рослинності може вважатись пануючим (ключовим) в межах передгірського висотного поясу Вулканічних Карпат та підпорядкованим інтразональній фанерогамній рослинності союзу *Quercion pubescenti-petraeae* класу *Quercetea pubescentis*. Гумі-мезофільна сціофільна рослинність класу *Neckeretea complanatae* представлена лише слабко- та середньочутливими до антропогенного впливу сигнальними видами (45,0%), тоді як високочутливі види, притаманні старовіковим лісам та пралісам відсутні. Усі індикаторні види пов'язані зі специфічним середовищем проживання – корою живих дерев, що підкреслює важливе індикаторне значення епіфітної рослинності в межах неморально-лісових широтних та висотних зон.

Ключові слова: мохова рослинність, синтаксономічне бріорізноманіття, реліктові види, рідкісні види, індикаторні види, ксеротермна діброва.

¹ Ужгородський національний університет, вул. Університетська, 14, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: kalyna.goblyk@uzhnu.ua

² Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна, 18, Львів, 79008, Україна; e-mail: funaria@ukr.net; orlov0632306454@gmail.com

Гоблик К.: <https://orcid.org/0009-0005-0583-5693>

Рагуліна М.: <https://orcid.org/0000-0001-9286-6693>

Орлов О.: <https://orcid.org/0000-0003-3684-0864>

Bryophyte vegetation of xerothermic oak forest on Sorocha gora (Mukachevo, Transcarpathian plain) **Goblyk K., Ragulina M., Orlov O.**

Taxonomic and syntaxonomic bryodiversity of xerothermic oak forests of the Transcarpathian Plain was studied using Sorocha Mountain (Mukachevo) as a case study. It was established that the moss cover of the studied forest comprises 46 species belonging to 36 genera and 19 families within 2 divisions: Marchantiophyta and Bryophyta, which are bryocenotically distributed among 15 associations 6 alliances 5 classes of boreal and nemoral forest, and rocky moss vegetation. The local specificity of the moss cover of xerothermic oak forests of the class *Quercetea pubescentis* in the Volcanic Carpathians is characterized by the dominance of epiphytic aero-heliophilic thermophilic vegetation of the class *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis* with a high proportion of cushion mosses of the families *Pottiaceae* and *Orthotrichaceae*, which are primarily confined to the trunks of living mainly old trees. Epilithic vegetation of the class *Ctenidietea mollusci* typically occurs within its general distributios range on outcrops of limestone, dolomite, and marl, but in the Vygorlat-Hutyn Range it is synecologically associated with non-carbonate volcanic rocks (andesites). The indicator component of moss vegetation of the studied thermophilic

oak forest is represented by 20 species, bryosociologically related to 5 associations 3 alliances of 2 classes. The majority of indicator species (55.0%) belong to aero-heliophilic vegetation of the *Frullania dilatatae*-*Leucodontetea sciuroidis* class which in terms of ecological preferences, best corresponds to the conditions of sparse, well-warmed light oak forests. This type of epiphytic vegetation can be considered dominant (key) within the foothill altitudinal belt of the Volcanic Carpathians and subordinate to the intrazonal phanerogamic vegetation of the *Quercion pubescenti-petraeae* alliance of the *Quercetea pubescentis* class. The humo-mesophilic sciophilic vegetation of the *Neckeretea complanatae* class is represented only by indicator species that are weakly and moderately sensitive to anthropogenic impact (45.0%), while highly sensitive species characteristic of old-growth forests and virgin forests are absent. All indicator species are associated with a specific habitat – the bark of living trees, which emphasizes the important indicator value of epiphytic vegetation within non-forest latitudinal and altitudinal zones.

Key words: Bryophyta vegetation, syntaxonomic bryodiversity, relict species, rare species, indicator species, xerothermic oak forest.

¹Uzhhorod National University, Universyteska str., 14, Uzhhorod, 88000, Ukraine; e-mail: kalyna.goblyk@uzhnu.ua

²State Natural History Museum of NAS of Ukraine, Teatralna str., 18, Lviv, 79008, Ukraine; e-mail: funaria@ukr.net; orlov0632306454@gmail.com

Goblyk K.: <https://orcid.org/0009-0005-0583-5693>

Ragulina M.: <https://orcid.org/0000-0001-9286-6693>

Orlov O: <https://orcid.org/0000-0003-3684-0864>

Вступ

Паннонські ксеротермні дубові ліси – низькорослі, розріджені світлі дубові ліси союзу *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932 класу *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959. На теренах Закарпатської рівнини вони поширені у вигляді невеликих, острівних масивів на екстремально сухих та найбільш прогрітих, стрімких кам'янистих схилах та помірно крутих привершинних ділянках вулканічних пагорбів. Основні масиви зосереджені на Чорній Горі, Юлівських горах, на г. Ловачка в околицях м. Мукачево та на г. Ардов на околиці м. Берегово (Klimatohenni zminy 2016). Основу деревного ярусу в них складають *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. та *Q. robur* L. з домішкою *Fraxinus ornus* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Tilia tomentosa* Mill., *Acer campestre* L. тощо. Чагарниковий ярус – добре розвинутий, за значної участі термофільних елементів – *Cornus mas* L., *Ligustrum vulgare* L., *Rhamnus cathartica* L., *Prunus spinosa* L. Рясний трав'яний покрив відзначається високим різноманіттям за домінуванням ксеротермних видів: *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv., *Hylotelephium maximum* (L.) Holub., *Euphorbia epithymoides* L. (Kish et al. 2006; Kataloh ... 2012).

Біотопи формуються на змитих короткопрофільних, сильнощербенистих, добре дренажованих бурих лісових ґрунтах на елювії-делювії ефузивних (вулканічних) порід (Cambic Leptosol). Ґрунти вирізняються насиченим червонувато-бурим кольором та суглинковим гранулометричним складом.

В межах Закарпатської рівнини ксеротермні діброви перебувають на північній межі поширення, що обумовлює їхню чутливість до впливу

зовнішніх факторів, зокрема антропогенних та кліматогенних змін (Klimatohenni zminy ... 2016). Основними загрозами є інвазії чужорідних видів дерев та чагарників – *Robinia pseudoacacia* L., *Thuja occidentalis* L., *Rhus typhina* L., що швидко натуралізуються, стихійні пожежі (випалювання), нерегульована рекреація, випасання худоби в зв'язку з відродженням та популяризацією традиційних видів господарювання.

Паннонські ксеротермні діброви включені до переліку особливо цінних оселищ паневропейської природоохоронної мережі NATURA-2000 під кодом 91G0 (NATURA-2000). Такі оселища є пріоритетними для розбудови регіональних екомереж та Смарагдової мережі України (Vasyliuk et al. 2019).

Мохоподібні є обов'язковим компонентом лісових екосистем, який збагачує загальне різноманіття та підвищує стійкість до несприятливих зовнішніх чинників. Водночас, бріобіота є чутливим індикатором змін природного режиму лісу внаслідок загосподарювання або кліматично спричинених перебудов, та може використовуватись для ефективної оцінки «природності» лісових масивів (Frego 2007).

Мохова рослинність ксеротермних дібров Вулканічних Карпат наразі є доволі мало дослідженою. Перші згадки знаходимо у праці А. Бороша і Л. Вайди «Bryoflora Carpathorum Septentrionalis-Orientaliorum», де наведено знахідки мохоподібних з лісів в околицях м. Мукачево (Boros, Vajda, 1968-69). В наш час моховий покрив старовікових скельнодубових лісів вивчали В. Вірченко (заказник «Ардов» в околицях м. Берегове) (Virchenko 2021),

Л. Фельбаба-Клушина, В. Вірченко, Р. Садигов (ботанічна пам'ятка природи «Тепла Яма») (Felbaba-Klushyna et al. 2022). Всі ці напрацювання мали флористичний характер, тоді як фітосоціологічні аспекти залишались поза увагою науковців, що і обумовило актуальність нашої роботи.

Метою наших досліджень було визначити таксономічне та синтаксономічне бріорізноманіття ксеротермних дібров Закарпатської рівнини на прикладі Сорочої гори (м. Мукачево), визначення екологічної специфіки бріокомпоненту за індикаторними групами мохоподібних.

Матеріал та методики

Дослідження таксономічного та синтаксономічного різноманіття мохоподібних ксеротермної діброви г. Сороча (м. Мукачево) провадили впродовж вегетаційних сезонів 2022-2023 рр. Мохову рослинність вивчали з використанням методу флористичного обліку оселищ – floristic habitat sampling (FSG) (Newmaster et al. 2005) Виділяли мікрооселища, які забезпечують сприятливе середовище для існування різних субстратних груп угруповань мохоподібних: епілітних (EL) – на кам'янистих субстратах, епіксільних (EX) – на відмерлій деревині, епіфітних (EP) – на корі живих дерев та епігейних (EG) – на відслоненнях ґрунту.

Фітоценотичні описи бріоугруповань виконані за системою Браун-Бланке (Westhoff, Maarel 1973). Назви синтаксонів, їхні екологічні характеристики та діагностичні види (DS) наведено за національним (Dubina et al. 2019) та європейськими продромусами мохової рослинності (Bardat, Hauguel 2002; Puglisi, Privitera 2012), таксонів – за чеклістом мохоподібних Європи, Макаронезії та Кіпру (Hodgetts et al. 2020). Повні назви видів подано в Додатку. Сигнальні види мохоподібних, важливі для діагностики «здоров'я лісу» визначали за приналежністю до 3-х груп: реліктові види, приурочені до первісних лісів неморальної зони Європи (Ek et al. 2001; Mežaka, Znotina 2006; Norden et al. 2007; Örjan et al. 2008; Stebel, Żarnowiec 2017; Czerepko et al. 2021), індикаторні види, що вказують на високу природоохоронну цінність середовища існування, де вони мешкають (Papp et al. 2010) та раритетні види, приналежні до національних або регіональних природоохоронних списків України (Boyko 2010) та Угорщини (Papp et al. 2010), з якою межує досліджуваний регіон. Додатково виділяли індикаторні групи з різною чутливістю до дії антропогенного чинника (Goblyk et al. 2024).

Територія досліджень – Сороча гора (на старих мапах – Szarka, угорською – «сорока») розташо-

вана на північно-східній околиці міста в історичному районі Підгор'яни. Висота гори – 212 м н.р.м. Сороча гора є структурною частиною давнього вулкану Синяк, що входить до складу Вигорлат-Гутинського пасма. Ефузивно-пірокластичної серії неогенових вулканічних утворень вулкану Синяк виходять на денну поверхню в басейні р. Латориця (правобережжя). Породи, що його складають, представлені головню андезитами та туфами; в основі залягає локально розвинутий горизонт озерно-алювіальних відкладів – пісків, глин, туфітів тощо (Prykhodko, 2020). Стрімкі північно-західні схили Сорочої гори вкриті дубовим лісом за участі *Quercus petraea* з помірно розвиненим чагарниковим та трав'яним ярусами. Лісостан є доволі розрідженим через складний рельєф та значну крутизну укосів.

Антропогенний вплив впродовж останніх сторіч був суттєвим та у різні періоди відрізнявся за типами та навантаженням. Так, ще до середини XX ст. на схилах Сорочої гори випасали худобу. Протягом XVIII-XIX ст. при підніжжі північній частині гори діяла каменоломня. Гора навіть зазнала артилерійських обстрілів з боку регулярного війська Австрійської імперії під час «весни народів» в квітні 1849 р., тоді як на її вершині була розташована гарматна батарея Угорської армії. Сучасне антропогенне навантаження є помірним та пов'язано із туризмом; також діброва періодично потерпає від палів.

Результати

Моховий покрив досліджуваного лісового масиву представлений 46-ма видами 36-ти родів 19-ти родин 2 відділів: Marchantiophyta та Bryophyta (Додаток), які бріоценотично розподілені між 15 асоціаціями 6 союзів 5-х класів бореально- та неморально-лісової, а також наскельної мохової рослинності.

В епіфітному покриві діброви, а саме – у гушавині лісового масиву, панує рослинність сціо- та ксеро-мезофільного союзу *Ulotenioan crispata* (DS: *Frullania dilatata*, *Radula complanata*, *R. lindbergiana*, *Leucodon sciuroides*, *Lewinskya affinis*, *L. speciosa*, *L. straminea*, *Orthotrichum diaphanum*, *Zygodon rupestris*, *Ulotenioa crispata*), обростання якого приурочені до найбільш тінистих ділянок та мають вигляд смуг, які піднімаються вгору по стовбурах до висоти 5 м і вище із загальним проєктивним вкриттям (далі ПВ) до 15%. Основу угруповань формують килимки *Leucodon sciuroides* з довгими вигнутими коричнево-зеленими пагонами з характерним «шовковим» блиском та

подушкоподібні дернинки представників родини Orthotrichaceae, проміжки між якими виповнюють щільно притиснені до субстрату пласкі килимки маршантіофітів (*Frullania dilatata* та *Radula* sp.). В межах союзу виокремлено 2 асоціації (Табл.1): *Pylaisietum polyanthae* – збіднена, типова для синантропних місцевиростань (Gapon et al. 2023), за участі антропотолерантних видів широкої екології (DS: *Pylaisia polyantha* разом з *Platygyrium repens*, *Amblystegium serpens*) та *Orthotrichetum lyellii* – з високим видовим різноманіттям, головно за участі представників *Orthotrichaceae*, зокрема – регіонально-рідкісного виду *Pulvigerella lyellii* (DS). Натомість, на освітлених ділянках, де деревний ярус розріджений, на корі дерев поширені обростання геліо- та ксеротермофільного союзу *Syntrichia laevipila*, що мають характер невеликих плям або окремих подушок з загальним ПВ до 5-7 %. Іноді прогалини між подушками займають килимки моху *Nyholmiella obtusifolia*. Тут диференційовано 2 асоціації: *Orthotrichetum fallacis* та *Orthotrichetum speciosi* (див. табл. 1). На окоренках дерев поширені епіризні обростання союзу *Leskion polycarpae*, а саме, угруповання *Syntrichia latifolia* - *Leskeetum polycarpae* (див. Табл. 1). Вид *Syntrichia latifolia* в цілому є доволі рідкісним для регіону досліджень і донедавна був відомий там лише з одного місцевиростання – лісництва у с. Велика Добронь (Zerov, Partyka 1975). Більш як 45 років потому, у 2021 р., був відмічений на території м. Берегове (Virchenko 2021), а в 2024 р повторно знайдений у першій відомій локації, в урочищі Чомонинський ліс (Goblyk 2024). Зважаючи на те, що всі сучасні місцезнаходження так чи інакше пов'язані із штучними (м. Берегове), лісогосподарськими (с. Велика Добронь) або значно антропоїзованими лісостанами (м. Мукачеве), можна припускати, що *S. latifolia* тяжіє до порушених екотопів, зокрема – до територій міст. Це цілковито узгоджується з тенденцією, характерною для Європи, зокрема – для Польщі, де впродовж останніх років спостерігається збільшення репрезентативності світлолюбних епіфітних видів мохоподібних в урбанізованому середовищі, серед яких наводиться і *S. latifolia* (Stebel, Fojcik 2016).

Епіфітна рослинність досліджуваної діброви представлена також обростаннями неморально-лісового класу мохової рослинності *Neckeretea complanatae*. На противагу класу *Frullania dilatatae* - *Leucodontetea sciuroideis* він репрезентований порівняно слабше. Локальною особливістю обростань цього класу є їхня приуроченість до окоренків, та практична відсутність на стовбурах.

Причиною цього є значна посушливість мікроклімату, що є лімітуючим фактором для оселення мезофільних мохоподібних на деревах, де більш сприятливий омброрежим забезпечують лише мікрооселища у прикореневій зоні. Тут диференціюються 3 асоціації союзу *Neckerion complanatae* (див. табл. 1). Найбільш поширеним та найбагатшим за видовим наповненням є угруповання *Anomodontetum attenuati* за домінування *Pseudanomodon attenuatus*, у пухкому плетиві якого оселяються інші види: *Pseudoamblystegium subtile*, *Amblystegium serpens*, *Rhynchostegium murale*, *Sciuro-hypnum populeum* тощо. Також типовим є бріоугруповання *Isothecietum myuri*, де *Isothecium alopecuroides* формує практично чисті, моновидові обростання за незначної участі *Hypnum cupressiforme* та/або *Eurhynchiastrum pulchellum*. Найрідкіснішою є асоціація *Pteryginandretum filiformis*, відмічена лише тричі в основі старих скельних дубів (~ 80 р.).

Скельні відслонення, що зосереджені на місці колишньої каменярні, представлені головно андезитами. На крупних брилах, нерівностях та заглибинах вертикальної стінки кар'єру поширені обростання класу літофільної мохової рослинності союзу *Ctenidion mollusci* класу *Ctenidietea mollusci*. Обростання представлені однією асоціацією *Tortello-Ctenidietum mollusci* за участі *Ctenidium molluscum*, *Tortella tortuosa*, *Campyliadelphus chrysophyllum*, *Thuidium delicatulum*, *Brachythecium glareosum* у супроводі *Hypnum cupressiforme* та *Rhytidiadelphus triquetrus*.

Епіксільна рослинність є надзвичайно бідною та представлена 2-ма редукованими угрупованнями союзу *Dicrano scoparii-Hypnion filiformis* класу *Hypnetea cupressiformis*: *Dicrano scoparii-Hypnion filiformis* та *Platygyrietum repentis*. Через низьке видове багатство ці асоціації доволі важко диференціюються та радше можуть бути визначені як безрангові угруповання зазначеного союзу. Окрім відмерлої деревини обростання *Dicranum scoparium* та *Hypnum cupressiforme* також поширюються на зону скелетного коріння на контакті з ґрунтом.

Епігейна рослинність теж розвинена доволі слабо та вкриває найбільш пологі ділянки без щільної підстилки. Вона представлена однією світло- та теплолюбивою асоціацією *Scleropodietum* класу бореально-лісової ацидофільної рослинності *Hylocomietea splendentis*, утвореної крупними ксеро-мезофільними акрота плеврокарпними мохами. Наземний моховий покрив під наметом дерев має фрагментарне поши-

рення та представлений пухким плетивом за участі *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Calliergonella cuspidata*, *Pseudoscleropodium purum* або, на відслоненому ґрунті маргінальних ділянок стежок – нещільними дернинками *Polytrichum formosum*, інколи – з домішками *Dicranum scoparium*.

Обговорення

Як показали дослідження, у моховому покриві ксеротермної діброви на Сорочій горі найкраще представлені епіфітні обростання, тоді як специфічні епігейні, епиксильні та епілітні обростання тут представлені досить слабо: перші – через сухість та сипкість субстрату на стрімких схилах або пухкий шар опаду з листя скельного дубу на спадистих ділянках, другі – через брак мертвої деревини, яку, ймовірно, вибирають туристи та місцеві мешканці, а також через значну сухість наявного мертвого деревостою, треті – ймовірно, через техногенний характер відслонень.

Особливістю аерофільних епіфітних обростань класу *Frullanio dilatatae*-*Leucodontetea sciuroidis* є співіснування двох союзів мохової рослинності з дещо різними екологічними перевагами в межах однієї локації. Поширення рослинності мезо-сціофільного союзу *Ulotenion*

crispae обумовлено географічним розташуванням досліджуваної території в межах передгірного висотного поясу, для якого характерні дубові ліси з дуба звичайного і скельного, тоді як оселення представників геліо-ксеротермофільного союзу *Syntrichion laevipilae* спричинено впливом помірно-континентального клімату, що має м'які риси, обумовлені захистом Карпат від холодних північних вітрів, який формує сприятливі умови для рослинності «південного» типу.

Угрупування зазначеного союзу виявились доволі багатими та добре диференційованими. Зазначимо, що обростання класу *Frullanio dilatatae*-*Leucodontetea sciuroidis* в межах Закарпатської рівнини можуть вважатись синантропними. Зокрема, теплолюбні обростання *Orthotrichetum fallacis* та *Orthotrichetum speciosi* є звичайними у паркових зонах міст Закарпаття та Криму: перша – є найпоширенішою у м. Ужгороді (Gapon et al. 2023), друга – є типовою для старих дерев у м. Ялті (Ragulina, Isikov 2012). Асоціація *Pylaisietum polyanthae* у її редукованому варіанті є однією з найпоширеніших в межах антропогенних оселищ (Gapon et al. 2023), а її едифікаторний вид – *Pylaisia polyantha* вважається одним з найбільш урбанофільних (Mamchur 2010).

Таблиця 1. Синекологічна диференціація бріоугруповань ксеротермної діброви Сорочої гори (м. Мукачево)
Table 1. Synecological differentiation of bryocommunity of xerothermic oak forests on Sorocha gora (Mukachevo City)

СИНТАКСОНИ МОХОВОЇ РОСЛИННОСТІ	Субстратні групи			
	EL	EP	EX	EG
	Число видів в угрупованні (к-сть описів: 3)			
Cl. <i>Frullanio dilatatae</i> - <i>Leucodontetea sciuroidis</i> Mohan 1978 Гуми- та /або -аерофільна епіфітна рослинність, піонерна та пост-піонерна <i>Frullania dilatata</i> , <i>Radula complanata</i> , <i>R. lindbergiana</i> , <i>Leucodon sciuroides</i> , <i>Lewinskya affinis</i> , <i>L. speciosa</i> , <i>Orthotrichum diaphanum</i> , <i>Pulvigerella lyellii</i> , <i>Pylaisia polyantha</i> , <i>Zygodon rupestris</i>				
Al. <i>Ulotenion crispae</i> (Barkman 1958) Lecomte 1975 Неморальна епіфітна рослинність, (ксеро)мезофільна, сціофільна – під наметом лісу <i>Ulotia crispa</i> , <i>Lewinskya straminea</i>				
As. <i>Orthotrichetum lyellii</i> (Allorge 1922) Lecomte 1975 DS: <i>Pulvigerella lyellii</i>	–	8-12	3-6	–
As. <i>Pylaisietum polyanthae</i> Gam 1927 DS: <i>Pylaisia polyantha</i>	–	2-3	–	–
Al. <i>Syntrichion laevipilae</i> Ochsner 1928 Епіфітна рослинність, ксерофільна, термофільна, геліофільна – світлих лісів та поодиноких дерев <i>Orthotrichum diaphanum</i> , <i>Nyholmia obtusifolia</i> , <i>Syntrichia papillosa</i> , <i>S. virescens</i>				
As. <i>Orthotrichetum speciosi</i> (Jäggle 1934) Barkman 1958 DS: <i>Lewinskya speciosa</i> , <i>L. striata</i>	–	3-5	–	–
Ass. <i>Orthotrichetum fallacis</i> v. Krus. 1945 DS: <i>Orthotrichum pumilum</i>	–	6-10	3-4	–
Al. <i>Leskion polycarpae</i> (Barkman 1958) Lecomte 1976 Рослинність основ стовбурів стацій з підвищеною атмосферною вологістю <i>Leskea polycarpa</i> ,				
As. <i>Syntrichio latifoliae</i> - <i>Leskeetum polycarpae</i> v. Hübschmann 1952 DS: <i>Syntrichia latifolia</i>	–	3-4	–	–

Cl. Neckeretea complanatae Marstaller 1986 Гумі-епілітна та -епіфітна рослинність, мезофільна, сциофільна, багата на плеврокарпні бріофіти та листяні маршанціофіти, від пост-піонерної до клімаксової. <i>Amblystegium subtile, Homalothecium sericeum, Eurhynchium striatum</i>				
Al. Neckerion complanatae Smarda et Hadac ex Klika 1948 Неморально-лісова рослинність стацій з підвищеною атмосферною вологістю <i>Rhynchostegium murale, Sciuro-Hypnum populeum, Thuidium delicatulum</i>				
As. <i>Anomodontetum attenuati</i> Cain & Sharp 1938 DS: <i>Pseudanomodon attenuatus</i>	–	7-11	–	–
As. <i>Pteryginandretum filiformis</i> Hilitzer 1925 DS: <i>Pseudoskeella nervosa, Pteryginandrum filiforme</i>	–	3-4	–	–
As. <i>Isothecietum myuri</i> Hilitzer 1925 DS: <i>Isothecium alopecuroides</i>	–	3-4	–	–
Cl. Ctenidieta mollusci Grgic 1980 Багаторічна епілітна та гумо-епілітна мезо-ксерофільна, базифільна (?) кальцифільна (?) пост-піонерна до клімаксової рослинності <i>Ctenidium molluscum, Tortella tortuosa</i>				
Al. Ctenidion mollusci Stefureac 1941 Епілітні пост-піонерні угруповання вапнякових субстратів (?) <i>Campyliadelphus chrysophyllum, Brachythecium glareosum</i>				
As. <i>Tortello-Ctenidietum mollusci</i> (Gams 1927) Stodiek 1937 DS: <i>Tortella tortuosa, Ctenidium molluscum</i>	4-7	–	–	–
Cl. Hypnetea cupressiformis Jezek & Vondracek 1962 Пост-піонерна та клімаксова рослинність, наземна, епіфітна та епіксільна <i>Hypnum cupressiforme, Dicranum scoparium, Dicranum montanum,</i>				
Al. Dicrano scoparii-Hypnion filiformis Barkman 1958 Угруповання органічних субстратів – епіксільні та епігейні (гуміфільні)				
As. <i>Dicrano scoparii-Hypnetum filiformis</i> Barkman 1958 DS: <i>Dicranum montanum, Dicranum scoparium, Hypnum cupressiforme</i>	–	–	4-6	–
<i>Platygyrietum repentis</i> Le Blanc 1963 DS: <i>Platygyrium repens.</i>	–	–	3-4	–
Cl. Hylocomieta splendens Gillet 1986 Клімаксова ацидофільна наземна гуміфільна рослинність від геліофільної до сциофільної. <i>Rhytidiadelphus triquetrus, Calliargonella cuspidata</i>				
Al. Pleurozion schreberi v. Krusentsjerna 1945 Геліо-термофільні, ацидофільні угруповання світлих шпилькових та листяних лісів <i>Dicranum scoparium, Polytrichum formosum</i>				
<i>Scleropodietum</i> Gams 1927 DS: <i>Pseudoscleropodium purum</i>	–	–	–	5-6

Осередковою ознакою гуміфільних епіфітних обростань класу *Neckeretea complanatae* є їхня приуроченість до прикореневої зони старих дерев та практично повна відсутність на стовбурах вище 1 м. Таким чином, вони можуть бути виділені в окрему субстратну підгрупу – епіризні. Дерева-форофіти, що зростають в умовах теплого схилу південної експозиції у досить розрідженому деревостані практично не здатні утримувати вологу у своїх кортикольних мікрооселищах, окрім зони скелетного коріння на субгоризонтальних поверхнях.

Епілітна рослинність досліджуваної термофільної діброви представлена обростаннями класу *Ctenidieta mollusci*. Ця знахідка є певною мірою несподіваною, оскільки мохова рослин-

ність цього класу традиційно описується як кальцифільна (Bardat, Hauguel 2002; Puglisi, Privitera 2012). В межах Закарпатської рівнини вона вважається доволі рідкісною та приурочена переважно до вапнякових відслонень, зокрема – до сухих інактивованих травертинів (Ragulina et al. 2024). Проба на скипання порід (на карбонати) з використанням 10 % хлоридної кислоти у польових умовах дала негативний результат. Таким чином, можна припускати, що присутність карбонатів є бажаною, але необов'язковою умовою для оселення видів, які репрезентують союз *Ctenidion mollusci*. Ймовірно, вільна екологічна ніша за відсутності конкуренції дозволила колонізацію цих техногенних відслонень в цілому не типовою для вулканічних порід моховою рослинністю.

Оселення епілітної рослинності класу *Neckeretea complanatae*, яка преферує оселища з підвищеною атмосферною вологістю або з вологоємними субстратами, що у межах неморальної зони переважно йде «в парі» із його епіфітним варіантом лімітовано тут значною посушливістю, тоді як поширення монтанно-петрофільної рослинності класу *Grimmio-Racomitrietea heterostichi* (Neumayr 1971) Hertel, доволі поширена на «холодних» андезитових греготах у межах зони Вулканічних Карпат та тяжіє до кріофільності – високими денними температурами.

Епіксылна рослинність є помітно збідненою через брак мертвої деревини та її значну сухість. Едифікатором ксилофільної рослинності є вид гіпнових мохів широкої екології, що здатний витримувати значне антропогенне навантаження та є найбільш стійким у трансформованому середовищі – *Hypnum cupressiforme* (Berisha et al. 2017), який маркує клас *Hypneta cupressiformis*. Епігейна рослинність, репрезентована класом *Hylocomieta splendens*, підпорядкована фанерогамній лісовій борео-неморальній рослинності та є типовою для світлих розріджених деревостанів, лісів та галявин.

Сигнальна складова мохової рослинності досліджуваної термофільної діброви представлена 20-ма видами, бріосоціологічно приуроченими до 5-ти асоціацій 3-х союзів 2-х класів (Табл. 2).

Більша частина індикаторних видів (55,0 %) належить аеро-геліофілній рослинності класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*, що за своїми екологічними перевагами найкраще відповідає умовам розріджених світлих дібров, які добре прогриваються. Цей тип епіфітної рослинності може вважатись пануючим в межах передгірського висотного поясу Вулканічних Карпат та підпорядкованим інтразональній фанерогамній рослинності союзу *Quercion pubescenti-petraeae* класу *Quercetea pubescentis*. Гумі-мезофільна сціофільна рослинність класу *Neckeretea complanatae* представлена лише слабо- та середньочутливими до антропогенного впливу сигнальними видами (45,0 %), тоді як високочутливі види, притаманні старовіковим лісам та пралісам відсутні. З одного боку це є наслідком специфіки мікрокліматичних умов, що локально складаються у ксеротермних дібровах Закарпатської низовини, з іншого – тривалою історією загосподарювання теренів у передмісті Мукачева. Цей тип лісовий рослинності є характерними для більш вологих умов, та підпорядкований заплавному дібровам союзу *Fraxino-Quercion roboris* класу *Alno glutinosae-Populetea albae*, як було показано нами раніше (Goblyk 2024). Усі індикаторні види пов'язані зі специфічним середовищем проживання – корою живих дерев, що підкреслює важливе індикаторне значення епіфітної рослинності в межах неморально-лісових широтних та висотних зон.

Таблиця 2. Сигнальні (індикаторні, раритетні та реліктові) види мохоподібних ксеротермної діброви Сорочої гори (м. Мукачево) та їхня синекологічна приуроченість

Table 2. Signal (indicator, rare and relic) bryophytes species of xerotermic oak forest of Sorocha gora (Mukachevo City) and their synecological affinity

Види мохоподібних / синтаксони	Субстратна група			
	EL	EP	EX	EG
CI. FRULLANIO DILATATAE-LEUCODONTETEA SCIUROIDIS				
Al. Syntrichion laevipilae: аерофільно-термофільні види термофільних лісів				
<i>Nyholmia obtusifolia</i> ^{2,3} , <i>Syntrichia latifolia</i> ² , <i>S. virescens</i> ^{1,2} , <i>Ortotrichum pumilum</i> ^{2,3} , <i>Lewinskya speciosa</i> ³ , <i>L. striata</i> ³	○	●	○	○
Al. Ulotenion crispae: аерофільно-мезофільні види неморальних лісів				
<i>Tortula papillosa</i> ³ , <i>Ortotrichum patens</i> ² , <i>Ulotia crispa</i> ³ , <i>Pulvigerella lyelli</i> ¹ , <i>Zygodon rupestris</i> ²	○	●	○	○
CL. NECKERETEA COMPLANATAE				
Al. Neckerion complanatae: епіфітно-епілітні види неморальних лісів				
Слабкочутливі гумі-ксеро-мезофільні види загосподарюваних лісів				
<i>Homalia trichomanoides</i> , <i>Anomodon viticulosus</i> , <i>Pseudanomodon attenuatus</i> , <i>Isoetecium alopecuroides</i>	○	●	○	○
Помірно чутливі гумі-мезофільні види старовікових лісів				
<i>Homalothecium sericeum</i> , <i>Pseudoamblystegium subtile</i>	○	●	○	○
Індикатори «здоров'я лісу»				
<i>Eurhynchium striatum</i> ² , <i>Eurhynchiastrum pulchellum</i> ^{2,3} , <i>Rhynchostegium murale</i> ³	○	●	○	○

Примітка: 1 – регіонально-рідкісні види Карпатської гірської країни (Bojko 2010), 2 – рідкісні види Угорщини, 3 – індикаторні види, що визначають «якість середовища» (Papp et al. 2010), реліктові види (виділені жирним шрифтом): ● – види присутні, ○ – відсутні.

Висновки

Моховий покрив ксеротермної діброви на Сорочій горі в околицях м. Мукачево репрезентований 46-ма видами 36-ти родів 19-ти родин 2 відділів: Marchantiophyta та Bryophyta, які бріоценотично розподілені між 15 асоціаціями 6 союзів 5-х класів бореально- та неморально-лісової (*Frullanio dilatatae*-*Leucodontetea sciuroidis*, *Neckeretea complanatae*, *Hypnetea cupressiformis*, *Hylacomietea splendentis*), а також наскельної мохової рослинності (*Ctenidietea mollusci*).

Локальною специфікою мохового покриву ксеротермних дібров класу *Quercetea pubescentis* у Вулканічних Карпатах є панування епіфітної аеро-геліофільній теплолюбної рослинності класу

Frullanio dilatatae-*Leucodontetea sciuroidis* з високою часткою подушкових мохів родин Pottiaceae та Orthotrichaceae, яка топічно прив'язана до стовбурів живих, насамперед – старих дерев. Епілітна рослинність класу *Ctenidietea mollusci*, яка у рамках свого ареалу трапляється головню на виходах вапняків, доломітів та мергелів, в умовах Вигорлат-Гутинського пасма синекологічно пов'язана із безкарбонатними вулканічними породами (андезитами).

Зважаючи на регіональну специфіку та точкове поширення в межах Закарпатської низовини, а також насиченість сигнальними, в тому числі – раритетними видами, мохова рослинність ксеротермних дібров потребує подальших глибших досліджень.

- BARDAT, J., HAUGUEL, J.-C. (2002) Synopsis bryosociologique pour la France. *Cryptogamie Bryologie*, 23, 279–343.
- BERISHA, S., SKUDNIK, M., VILHAR, U., SABOVLJEVIĆ, M., ZAVADLAV, S., JERAN, Z. (2017) Trace elements and nitrogen content in naturally growing moss *Hypnum cupressiforme* in urban and peri-urban forests of the Municipality of Ljubljana (Slovenia). *Environmental Science and Pollution Research*, 24. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8201-0>
- BOROS, A., VAJDA, L. (1968–1969) Bryoflora Carpathorum Septentrionali-Orientaliorum. *Revue Bryologique et Lichenologique*. 36(3/4), 397–450.
- BOYKO, M. (2010) *Chervonyy spysok mokhopodibnykh Ukrainy. Ridkisi ta znykayuchi vydy mokhopodibnykh Ukrainy* [Red List of Bryobionta of Ukraine. Rare and endangered species of the Bryobionta of Ukraine], Aylant, Kherson. (in Ukrainian)
- CZEREPO, J., GAWRIŚ, R., SZYMCZUK, R., PISAREK, W., JANEK, M., HAIDT, A., KOWALEWSKA, A., PIEGDOŃ, A., STEBEL, A., KUKWA, M., CACCIATORI, C. (2021) How sensitive are epiphytic and epixylic cryptogames as indicators of forest naturalness? *Ecological indicators*, 125, 107532. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107532>
- DUBYNA, D.V., DZIUBA, T.P., YEMELIANOVA, S.M., ... YAKUSHENKO, D.M. (2019) *Prodromus roslinnosti Ukrainy*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
- EK, T., SUŠKO, U., AUZIŅŠ, R. (2001) *Inventory of Woodland Key Habitats EMERALD project 2001*. Instruction for Inspection of Specially Protected Territories. EMERALD/NATURA 2000 project, Latvian Fund of Nature, Latvian Ornithological Society. Latvian Environment Agency, Rīga.
- FELBABA-KLUSHINA, L., VIRCHENKO, V., SADYGOV, R. (2022) Mokhopodibni botanichnoi pamiatky pryrody «Tepla yama» u Vulkanichnykh Karpatakh (Ukraine). *Bioloģiia ta ekoloģiia*, 8(2), 92–105. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.33989/2022.8.2.285312>
- FREGO, K. (2007) Bryophytes as potential indicators of forest integrity. *Forest Ecology and Management*, 242 (1), 65–75.
- GAPON, S., GAPON, Y., KRYVTSOVA, M., HASYNETS, Ya. (2023) Synantropni epifitni briotsenozy m. Uzhhoroda (Zakarpatska oblast, Ukrayina) ta yoho okolyts [Sinanthropic epiphytic bryocoenoses of Uzhhorod (Zakarpattia Region, Ukraine) and its environs]. *Notes in current biology*, 6(2), 16–19. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.29038/2023-2-1-87>
- GOBLYK, K., RAGULINA, M., ORLOV, O. (2024) Epifitna mokhova roslinnist zaplavnykh dubovykh lisiv Zakarpatskoi nyzovyny: antropohenna transformatsiia ta indykatorne znachennia. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology*, 57, 7–14. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2024.57>
- HODGETTS, N. G., SÖDERSTRÖM, L., BLOCKEEL, T. L., ..., PORLEY, R. D. (2020) An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus, *Journal of Bryology*, 42(1), 1–116. <https://doi.org/10.1080/03736687.2019.1694329>
- KATALOH TYPIV OSELYSHCH UKRAINSKYKH KARPAT I ZAKARPATSKOI NYZOVYNY (2012). Prots B., Kahalo O. (Eds.). Merkator, Lviv. (in Ukrainian)
- KISH, R., ANDRYK, Ye., MIRUTENKO, V. (2006) *Biotopy Natura 2000 na Zakarpatskii nyzovyni*. Mystetska Liniiia, Uzhhorod. (in Ukrainian)
- KLIMATOHENNI ZMINY ROSLYNNOHO SVITU UKRAINSKYKH KARPAT (2016) Didukh Ya.P., Chornei I.I., Budzhak V.V. (Eds.) Druk Art, Chernivtsi. (in Ukrainian)
- MAMCHUR, Z. (2010). Urbanofilni epifitni mokhy u m. Lvovi. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna*, 54, 115–122. (in Ukrainian)

- MEŽAKA, A., ZNOTINA, V. (2006) Epiphytic bryophytes in old-growth forest of slopes, screes and ravines in north-west Latvia. *Acta Universitatis Latviensis. Biology*, 7, 103–116.
- NEWMASER, S.G., BELLAND, R.J., ARSENAULT, A. VITT, D. H., STEPHENS, T. R. (2005) The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity. *Diversity and Distributions*, 11, 57–72. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00123.x>
- NORDEN, B., PALTOO, H., GÖTMARK, F., WALLIN, K. (2007) Indicators of biodiversity, what do they indicate? – Lessons for observation of cryptogams in oak-rich forest. *Biological conservation*, 135, 369–379. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.007>
- ÖRJAN, F., NIKLASSON, M., CHURSKI, M. (2008) Tree age is a key factor for the conservation of epiphytic lichens and bryophytes in beech forests. *Applied Vegetation Science*, 12, 93–106. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2009.01007.x>
- PRYKHODKO, M.H., ZHABINA, N.M., BOHDANOVA, M.I. (2020) Vychorlat-Hutynske vulkanichne pasmo Zakarpatskoho vnutrishnoho prohynu (suchasnyi aspekt). *Geological Journal*, 1, 34–46. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.19697>
- PUGLISI, M., PRIVITERA, M. (2012) A synopsis of the Italian bryophyte vegetation. *Cryptogamie, Bryologie*, 33 (4), 357–382. <https://doi.org/10.7872/cryb.v33.iss4.2012.357>
- PAPP, B., ERZBERGER, P., ODOR, P. (2010) Updated checklist and red list of Hungarian bryophytes. *Studia botanica Hungarica*, 41, 31–59.
- RAGULINA, M.Y., ISIKOV V.P. (2012) Epifitni briouhrupovannya starovynnykh parkiv Pivdennoho bereha Krymu. *Blulleten Derzhavnoho Nikitskoho botanichnoho sadu. Yalta*, 105, 21–24. (in Ukrainian).
- RAGULINA, M. Ye., ORLOV O. L., GOBLYK K. M., BORNIAK, U. I., KIT, L. Ya., DMYTRUK, R. Ya. (2024) Biotychni ahenty tufonahromadzhenia u vuhlekyslykh zhorstkovodnykh dzherelakh Mizhhirskoi ulohovyny ta prylehlykh terytorii. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu*, 40, 101–112. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.36885/nzdp.2024.40.101-112>
- STEBEL, A., FOJCIK B. (2016) Changes in the epiphytic bryophyte flora in Katowice city (Poland). *Cryptogamie, Bryologie*, 37 (4), 399–414. <https://doi.org/10.7872/cryb/v37.iss4.2016.399>
- STEBEL, A., ZARNOWIEC, J. (2017) The Moss Genus *Zygodon* (Orthotrichaceae) in Poland – Distribution, Ecological Preferences and Threats. *Cryptogamie, Bryologie*, 38, 231–251. <https://doi.org/10.7872/cryb/v38.iss3.2017.231>
- VASYLIUK, O., BORYSENKO, K., KUZEMKO, A., MARUSHCHAK, O., TIESTOV, P., HRYNYK, Ye. (2019) *Proektuvannia i zberezhennia terytorii merezhi Emerald (Smaragdovoi merezhi)*. LAT & K, Kyiv.
- VIRCHENKO, V. (2021) Brioflora mista Berehove (Zakarpatska obl., Ukraina) [The bryophyte flora of Berehove town (Zakarpattia region, Ukraine)]. *Biology & Ecology*, 7(1), 31–37. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.33989/2021.7.1.243424>
- WESTHOFF, V., VAN DER MAAREL, E. (1973) *The Braun-Blanquet approach*. Handbook of vegetation science. Ordination and classification of vegetation. Hague, pp. 617–726.
- ZEROV, D.K., PARTYKA, L.Ya. (1975) *Mokhopodibni ukraïnskykh Karpat*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)

Додаток

Перелік мохоподібних ксеротермної дуброви Сорочої гори (Мукачево)

MARCHANTIOPHYTA

Radulaceae

1. *Radula complanata* (L.) Dumort.
2. *R. lindenberghiana* Gottsche ex C.Hartm.

Frullaniaceae

3. *Frullania dilatata* (L.) Dumort.

4. BRYOPHYTA

Polytrichaceae

5. *Polytrichum formosum* Hedw.

Dicranaceae

6. *Dicranum montanum* Hedw.

7. *D. scoparium* Hedw.

Pottiaceae

8. *Syntrichia latifolia* (Bruch ex Hartm.) Huebener.

9. *S. papillosa* (Wils.) Jur.

10. *S. virescens* (De Not.) Ochyra.

11. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr.

Orthotrichaceae

12. *Lewinskya affinis* (Schrader ex Brid.) F.Lara, Garilleti &

Goffinet

13. *L. speciosa* (Nees) F.Lara, Garilleti & Goffinet

14. *L. straminea* (Hornsch. ex Brid.) F. Lara, Garilleti & Goffinet.

15. *L. striata* (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet

16. *Nyholmia obtusifolia* (Brid.) Holmen & E.Warnecke

17. *Orthotrichum diaphanum* Brid.

18. *O. patens* Bruch ex Brid.

19. *O. pumilum* Sw. ex anon.

20. *Pulvigerella lyellii* (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochyra

21. *Ulota crispa* (Hedw.) Brid.

22. *Zygodon viridissimus* (Dicks.) Brid.

Pterigynandraceae

23. *Pterigynandrum filiforme* Hedw.

Amblystegiaceae

24. *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp.

25. *Pseudoamblystegium subtile* (Hedw.) Vanderp. & Hedenäs

26. *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra
Leskeaceae
27. *Leskea polycarpa* Hedw.
28. *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyholm
Thuidiaceae
29. *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Schimp.
Brachytheciaceae
30. *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen
31. *Brachythecium glareosum* (Bruch ex Spruce) Schimp.
32. *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp.
33. *Sciuro-hypnum populeum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen
34. *Rhynchostegium murale* (Hedw.) Schimp.
35. *Eurhynchium striatum* (Schreb. ex Hedw.) Schimp.
36. *Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen
37. *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) M.Fleisch. ex Broth.
- Hypnaceae
38. *Hypnum cupressiforme* Hedw.
- Pylaisiadelphaceae
39. *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp.
- Pylaisiaceae
40. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.
41. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske.
- Leucodontaceae
42. *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr.
- Neckeraceae
43. *Pseudanomodon attenuatus* (Hedw.) Ignatov & Fedosov
- Lembophyllaceae
44. *Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov.
- Myuriaceae
45. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt.
- Hylocomiaceae
46. *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.

Дата першого надходження статті до видання: 21.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ЇЖАКИ-СИНАНТРОПИ: ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ, БІОЛОГІЇ, ПОВЕДІНКИ ТА ОХОРОНИ В УМОВАХ ВЕЛИКОГО МІСТА (НА ПРИКЛАДІ КИЄВА)

Ігор ЗАГОРОДНЮК¹, Галина СТАНИЦІНА²

Розглянуто особливості існування синантропної популяції їжака білочеревого (*Erinaceus roumanicus* Martin, 1838) в умовах Київського мегаполіса, з увагою до виживання в усьому градієнті умов – від решток природних комплексів до селітебних зон. Описано особливості просторового розподілу, вибору сховищ, сезонної активності, харчування. Показано, що їжаки в умовах міста вимушено консумують антропогенні корми, часто живляться біля смітників, підбирають загиблих біля доріг тварин. З природних кормів надають перевагу (за наявності) великорозмірним комахам, анелідам і молюскам, поїдають також ягоди, проте нерідко такі корми є сезонними і тому не є постійною поживою. Показано значний рівень залучення популяції міської їжаків у живленні кліщів (*Ixodes*) і ймовірно високу роль у поширенні бореліозу. Розглянуто й проаналізовано впливи факторів вразливості, включно з загибеллю тварин при подоланні фрагментованого простору (автодороги, бордюри біля будинків і доріг), а також наявність і доступність потенційних сховищ, придатних для літнього перебування і надто зимівлі. Сумарно набір факторів існування їжаків у містах є негативним, проте життєздатна популяція дотепер утримується. Численні випадки отримання на реабілітацію молодих їжаків, що стали сиротами або жертвами інших колізій, дозволили набутися корисний досвід з утримання і виховування, а також важливі дані про поведінку тварин: рухову активність, маркування території, маніпуляції з запахами. Розглянуто засади введення їжаків у види-символи охорони природи у містах, з аналізом різних форм ефективної соціальної активності. Серед ефективних заходів – проведення фотоконкурсів, створення реабілітаційних груп і центрів, заходи з підтримки популяції.

Ключові слова: синантропна фауна, їжак білочеревий, життєздатність популяції, Київський мегаполіс.

¹Інститут еволюційної екології НАН України, вул. Академіка Лебедєва, 37, Київ, 03143, Україна, e-mail: zoozag@ukr.net

²Інститут археології НАН України, просп. Володимира Івасюка 12, Київ, 04210, Україна; e-mail: galina.stanitsin@gmail.com

Загороднюк І.: <https://orcid.org/0000-0002-0523-133X>

Станиціна Г.: <https://orcid.org/0000-0002-1700-7220>

Synanthropic hedgehogs: their distribution, biology, behaviour and protection in a big city (a case study of Kyiv) **Zagorodniuk I.¹, Stanytsina G.²**

The specifics of the existence of the synanthropic population of the white-breasted hedgehog (*Erinaceus roumanicus* Martin, 1838) in the environment of the Kyiv metropolis are considered, with attention to survival along the entire gradient of conditions – from the remains of natural complexes to residential areas. The features of spatial distribution, choice of shelters, seasonal activity, and feeding are described. It is shown that hedgehogs under urban conditions are forced to consume anthropogenic food, often feeding near rubbish dumps and picking up dead animals near roads. They prefer large insects, annelids and molluscs (if available) from natural food sources, and also eat berries, but such food is often seasonal and therefore not a constant source of nutrition. A significant level of involvement of the urban hedgehog population in the feeding of ticks (*Ixodes*) and a likely high role in the spread of borreliosis are shown. The influences of vulnerability factors, including animal mortality when crossing fragmented spaces (motorways, kerbs near houses and roads), as well as the availability and accessibility of potential shelters suitable for summer stays and especially wintering are considered and analysed. Overall, the combination of factors affecting hedgehogs in cities is negative, but a viable population has been maintained to date. Numerous cases of young hedgehogs being taken in for rehabilitation after being orphaned or injured in collisions have provided useful experience in keeping and feeding them, as well as important data on animal behaviour: motor activity, territory marking, and scent manipulation. The principles of introducing hedgehogs as symbols of nature conservation in cities are considered, with an analysis of various forms of effective social activity. Among effective measures are photo contests, the creation of rehabilitation groups and centres, and measures to support the population.

Key words: synanthropic fauna, white-breasted hedgehog, population viability, Kyiv megalopolis.

¹Institute for Evolutionary Ecology, NAS Ukraine, 37 Lebedeva Street, Kyiv, 03143 Ukraine; e-mail: zoozag@ukr.net

²Institute of Archaeology, NAS of Ukraine, 12 Volodymyra Ivasiuka Ave, Kyiv, 04210, Ukraine; e-mail: galina.stanitsin@gmail.com

Zagorodniuk I.: <https://orcid.org/0000-0002-0523-133X>

Stanytsina G.: <https://orcid.org/0000-0002-1700-7220>

Вступ

Міські агломерації є територіями надзвичайної трансформації природних комплексів, які суттєво відрізняються за своїми середовищними особливостями від тих, що були на місці розвитку міста. Екології міст присвячено чимало спеціальних праць, і при вивченні особливостей синантропної біоти значну увагу приділяють передусім рослинному покриву (Kucheriavui 2001) і значно меншою є увага до тварин. З останніх найчастіше об'єктами уваги стають птахи, значно рідше – ссавці. Попри це, останнім присвячено немало спеціальних оглядів, у т.ч. стосовно великих міст центральної та східної Європи (напр. Pelikan et al. 1983; Zorenko, Leontyeva 2003; Baranauskas et al. 2005). Не винятком є й Київ (Reitblat 1950; Zagorodniuk 2003).

Міста формують неоднорідну структуру, сформовану складним переплетенням зелених і селітебних зон, проте нерідко міста формують модульну структуру забудови, натомість природні комплекси формують неперервні екокоридори завдяки ландшафтним особливостям міст, а надто «блакитним» зонам – річковим і прирічковим біотопам, в яких забудови немає, проте в яких можуть розвиватися рекреаційні центри, дачні селища, транспортні коридори, промислові майданчики. Це повною мірою стосується й Києва.

Розвиток міст веде до поступового знищення зелених зон, а з ними й дикої біоти. Міські фітоценози поступово набувають тих особливостей, які найбільше відповідають ландшафтному дизайну і найменшою мірою формують екологічний каркас міст: тут домінують чужорідні види (з постійним зростанням частки), тут культурфітоценози (термін за Кучерявим, loc. cit.) відповідають еугемеробному їх типу, тобто є суттєво трансформованими, часто штучними, тут вилучається рослинна мортмаса, а тому навіть у великих парках часто відсутні підстилка й гілкових опад, тут борються з фаутичними деревами. Подібний «розвиток» зелених зон міст веде до руйнації природних комплексів і в самих містах, і навколо них. Посилюють це фрагментація природних осередків, фізичне й хімічне забруднення, надмірний прес свійських тварин.

Київ відомий як зелене місто, з розвиненою системою «зелених» і «блакитних» зон (Dmytruk et al. 2010; Ivanova 2011), проте це все більше стає давнім історичним фактом. Тема забезпеченості населення зеленими зонами (Lesnik & Hirs 2015) очевидно не стосується дикої фауни. Урбанізація означає зміни міського середовища, по суті руйнацію його первинного стану. В ньому мало місця для аборигенів, проте тут приживаються чужорідні синантропи (Zagorodniuk 2003), проте знаходиться місце і для окремих аборигенів, які по суті живуть в тіні урбанізації або відносно успішно використовують можливості міського середовища.

Їжаки не раз ставали об'єктом уваги при вивченні фауни міст (Hubert et al. 2011; Taucher et al. 2020). Стосовно Києва і загалом великих міст України таких праць не відомо. В умовах Київського мегаполіса частіше увагу приділяють або фауні в цілому міста (Charlemagne 1915; Zagorodniuk 2003) та окре-

мих його зон (Parnikoza, Zagorodniuk 2021; 2023), або таким специфічним групам ссавців, як вивірки (Matvieiev, Drebet 2022) або кажани (Godlevska 2015). Їжаки є примітними об'єктами, добре відомими містянам, і з ними немає жодних негативних конотацій. Проте вони часто стають жертвами, гинучи від псів, автотранспорту, різноманітних антропогенних пасток. І попри все, зберігають відносно сталу міську популяцію.

Метою даної роботи стали аналіз особливостей існування синантропної популяції їжаків в умовах мегаполісу, на прикладі міста Києва, оцінка факторів вразливості і перспектив збереження стабільних популяцій їжаків у міському середовищі, узагальнення досвіду їх реабілітації в умовах неволі та промоції їжаків як естетичного виду тварин у міських парках.

Задачами дослідження було з'ясування таких аспектів: 1) чи можна вважати міську популяцію стабільною і який рівень синантропії є характерним для виду, що досліджується; 2) які фактори існування є сприятливі і які негативні; 3) який стан біотичних стосунків виду з іншими видами (кормова база, хижацтво, паразитизм) та як це впливає на стан популяції; 4) які існують потреби й практики щодо реабілітації, включно з утриманням на догодівлі та штучній зимівлі; 5) які перспективи розвитку природоохоронних ініціатив та перспективи існування їжаків у великих містах.

Матеріал

Цей огляд базується на досвіді авторів з моніторингу міських популяцій дрібних і середньорозмірних ссавців та досвіді утримання їх у неволі, зокрема з метою їх реабілітації. Об'єкт дослідження – їжаки виду *Erinaceus roumanicus* Martin, 1838, які є типовими мешканцями міських парків та районів давньої малоповерхової забудови великих міст України, зокрема й Києва.

При вивченні міських їжаків особливу увагу приділено особливостям просторового розподілу тварин, знахідкам їхніх сховищ та аналізу факторів вразливості. Теренові дослідження зосереджено в місцях мешкання авторів та наших колег, зокрема в районі Лісового масиву, Виставкового центру, Сирецького парку та інших місцезнаходжень. Важливу інформацію про знахідки окремих видів нам надали окремі колеги і київські природознавці, що вказано по тексту.

Особливу увагу приділено з'ясуванню факторів існування їжаків у місті, передусім їхніх біотичних взаємин (їжа, хижацтво, паразити) та вибору й доступності сховищ. В усіх випадках увагу приділяли факторам загибелі (наїзди автотранспорту, напади здичавілих псів, випалювання рослинного опаду тощо). Накопичувалася інформація про реєстрації приплоду, проте без докладного фенологічного аналізу (що заслуговує на окреме дослідження), а переважно у зв'язку з численними випадками виявлення їжаченят-сиріт і потреб їхньої реабілітації.

При вивченні тварин в умовах неволі переважну увагу звернуто на особливості живлення, росту і поведінки. Переважно мова йде про молодих тва-

рин, часто прибулих-сиріт. У більшості випадків вівся моніторинг вагових показників шляхом зважувань їжаків раз на 1–2 тижні. Було підібрано дієти та обсяги годувань, викладені далі по тексту. Хворих їжаків, що бувало доволі часто, лікували протизапальними, ангельмінтними, антибіотичними препаратами, часто під контролем ветеринарів. Деякі з таких даних виявилися важливими для підготовки поточного тексту, і їх згадано далі.

В усіх можливих випадках проводилася фото- та відеофіксація спостережень, надто при утриманні в неволі (харчування, маркування, гніздова і рухова активність, травми, гельмінти тощо). В низці випадків велося накопичення ілюстративного матеріалу для поширення знань про їжаків, включно з фото-матеріалами, важливими для фотоконкурсів (рис. 1), один з яких проведено авторами (про що далі), а також для розробки нових ініціатив щодо охорони цих тварин в умовах великих міст, зокрема й Києва.



Рис. 1. Їжаки з околиць Києва: (а) Ходосіївка, після душу, фото І. Загороднюка, 02.07.2017; Вишеньки, фото Т. Турейської, 16.07.2017.

Fig. 1. Hedgehogs from the Kyiv suburbs: (a) Khodosiyivka, after a shower, photo by I. Zagorodniuk, 02.07.2017; Vyshenky, photo by T. Tureiska, 16.07.2017.

1. Загальна характеристика синантропа

1.1. Синантропні їжаки як явище

Їжаки є типовими синантропами, тобто видами, які легко уживаються біля людей і, понад те, нерідко в таких місцезнаходженнях демонструють навіть вищі рівні чисельності, ніж поза урбоценозами. Проте важливо пам'ятати, що серед всього різноманіття проявів синантропії, а точніше – синурбізації (Godlevska et al. 2008), їжаки не демонструють ріст популяцій пропорційно до рівня урбанізації, а залишаються у доволі вузькій смузі квазіприродних комплексів.

Перелік типових видів їхніх оселищ представлено далі (п. 2.1), тут важливо підкреслити, що життя в урбосередовищі – це не завжди позитив і для виразних синантропів, а надто для помірних. Інколи, а у випадку з міськими їжаками майже напевно, умови проживання у містах дозволяють зберігатися виду не завдяки сприятливим факторам, а завдяки зменшеним впливам окремих лімітуючих факторів, зокрема меншому рівню хижацтва або наявності більшої кількості стабільних сховищ (у форматі занедбаних куточків), а також наявності антропогенних кормів, часто низької якості, проте достатніх для виживання.

Іншими словами, синантропія може бути вимушеною платою виду за його виживання в ненайкращих для нього умовах, проте одночасно бути запорукою формування стабільних популяцій з напевно гіршими показниками здоров'я тварин, проте з формально кращими показниками загальної життєздатності (успішність розмноження, успішність зимівлі, уникнення хижацтва тощо).

1.2. Історія досліджень в Києві

Першим вагомим зведенням складу фауни ссавців м. Києва та його околиць є праця Е. Шарлеманя «Ссавці околиць м. Києва» (Charlemagne 1915) та низка пізніших часткових його праць, як-от огляд ссавців заповідника «Конча-Заспа» (Charlemagne 1933). Після цього сталася 70-літня перерва у таких дослідженнях, і лише у 2000-х з'явилися огляди ссавців міста (Zagorodniuk 2003) і його зелених зон (Gavrys et al. 2003; Mishta 2007). З початком війни увага до синантропів закономірно зросла, на противагу дослідженням природних популяцій, зокрема через обмежені можливості натурних досліджень. Міські природні комплекси і синантропи стали відносно частими об'єктами уваги (Parnikoza et al. 2020; Osadchy 2022; Zagorodniuk 2025).

Таксономія їжаків Києва та його околиць зазнала кількох трансформацій. У найдавніших працях їх визнавали як представників виду *Erinaceus europaeus* (Charlemagne 1915), що тривало протягом всього XX ст. (напр., Abelentsev et al. 1956). У 1990-х на хвилі таксономічних ревізій з використанням порівняльно-генетичних даних їжаків Києва (і в цілому України) було віднесено до іншого виду, відомого на той час як *E. concolor* (s. l.), проте на практиці це означало лише зміну назви (Zagorodniuk, Mishta 1995). Надалі, з урахуванням нових поділів виду назва *E. concolor* (s. str.) відійшла до малоазійських їжаків, а за східноєвропейськими популяціями, яких після ревізії 1990-х позначали як «*E. concolor roumanicus*», було визнано статус окремого виду через підвищення рангу колишнього підвиду, *E. concolor roumanicus* (Zagorodniuk, Emelyanov 2012), що прийнято й тепер в оглядах фауни України (Evstafiev, Zagorodniuk 2025).

Відносити їжаків Києва та околиць до *E. europaeus*, як це зроблено на сайті НПП «Голосіївський» (сторінка від 29.05.2025), не має підстав.

Місцеву (київську) популяцію їжака описано як окремий підвид «*Erinaceus europaeus rumanicus* var. *kievensis* Charleman» = «*E. rumanicus* var. *kievensis* Charleman» (Charlemagne 1915: 37, 39); докладніше про його особливості – в таксономічній ревізії 1995 р. (Zagorodniuk, Mishta 1995). В описі цього підвиду припущено його перехідний характер між *E. europaeus* та *E. rumanicus*, що виглядало дещо дивним, проте подальші дослідження показали, що північні *E. rumanicus* завдяки географічній мінливості пропорцій черепа дійсно виглядають найменш відповідними до ознак типових *E. rumanicus* (Zagorodniuk, Mishta 1995; Savarin 2012), позаяк південні характеризуються одними з найбільш виразних особливостей краніальних індексів (Zagorodniuk 2023).

2. Їжаки в урбосередовищі

2.1. Розподіл по території

Звичайно складається враження, що їжаки є повсюдно – і в дикій природі, і в приміських зонах, дачних селищах і міських парках. Проте це не зовсім так, а часто і зовсім не так. По-перше, їжаки є виразними синантропами, проте в градієнті окультурених ландшафтів і культурфітоценозів їхня головна «локація» – олігомеробні (слабо окультурені) та полімеробні (мозаїчно окультурені) місцезнаходження. По-друге, їжаки розміщуються у приміських зонах, селищах й містах дуже нерівномірно, уникаючи районів суцільної забудови, ділянок з високим трафіком транспорту (а так само людей). По-третє, одним з провідних факторів є безпека від хижацтва, переслідування псами, наїздів транспорту, а другим не менш важливим – можливість знаходження сховищ для відпочинку й зимівлі.

Їхні найбільш стабільні поселення в межах міста характерні для помірно трансформованих місцезнаходжень, часто на межі дикої природи і урбокомплексів, зокрема:

- (1) пагоценозів – садиб з присадибними ділянками в районах одноповерхової забудови (як дачного типу, так і постійного проживання),
- (2) різного роду промислових ділянок (склади під відкритим небом, майстерні),
- (3) гаражних кооперативів (що дуже характерно для київських міських просторів),
- (4) по межі між забудовою і зеленими зонами, надто біля об'єктів зі спокійним режимом роботи (стара забудова, лікарні, човнові станції),
- (5) різного роду зон відчуження (навколо мега-маркетів, біля автозаправок, уздовж залізниць, теплотрас тощо).

2.2. Локальний і загальний аспект

Базовий тип місцезнаходжень їжаків в урбосередовищі – тихі куточки паркових зон і ділянок одноповерхової забудови, часто біля господарських будівель, гаражних кооперативів, садових будинків, в глухих кутах між зеленими зонами й будівлями (рис. 2). Власне, це формує складне мереживо ареалу їжаків у містах і селищах, з виразними концентраціями знахідок по периферії (часто по периметру) районів забудови, з осередками у паркових зонах і приватній забудові, нерідко по екотону забудови й природних чи квазіприродних місцезнаходжень. На такі місця випадає лівова частка зустрічей їжаків.

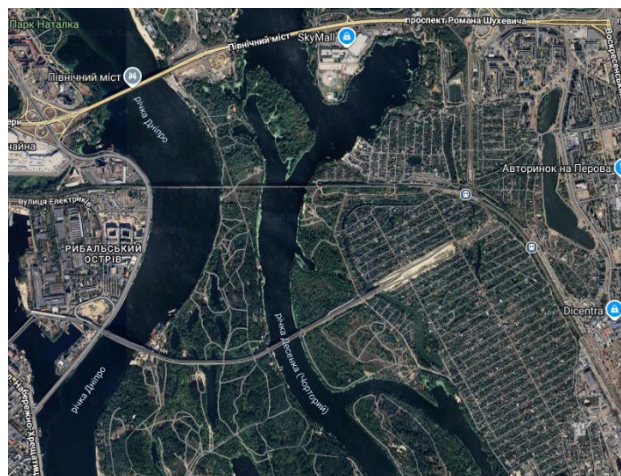


Рис. 2. Типові місцезнаходження їжаків на межі селітебних і природних зон (google.map): (а) зона промислових площадок, рекреації та одноповерхової забудови в заплавної частині міста; (б) гаражний кооператив між забудовою і Голосіївським нацпарком; (в) прибудинкові гаражі з захащеним міжгаражним простором, в якому виявлено сховище їжаків, у дворі біля Центрального автовокзалу; фото Т. Турейської, 26.06.2024.

Fig. 2. Typical locations of hedgehogs on the border between residential and natural areas (google.map): (a) area of industrial sites, recreation and single-storey buildings in the floodplain part of the city; (b) garage cooperative between the buildings and Holosiivskyi National Park; (c) garages attached to a building with cluttered inter-garage space, in which a hedgehog shelter was found, in the courtyard near the Central Bus Station; photo by T. Tureiska, 26 June 2024

Прикладами типових місцезнаходжень їжаків у сучасному Київському мегаполісі є такі:

1) старі квартали центральної частини міста, з парками, широкими дворами і різноманітними господарськими спорудами з «тихими кутками». Нам добре відома ділянка від Центрального стадіону і бульвару Лесі Українки вниз до Либеді (до залізниці), на якій їжаки мають стабільну чисельність принаймні з 1970–1980-х рр. (дані авторів) і дотепер (сучасні дані від С. Тайкової, особ. повід.). Тут вони звичайні по провулках, палісадах і дворах, часто полюють біля вуличних ліхтарів, часом і гинуть від авто, проте загалом стабільно присутні;

2) територія Виставкового центру та забудова по периметру Голосіївського лісу по всьому периметру уздовж вул. Героїв оборони (уздовж навчальних корпусів, спортивних комплексів і підсобних господарств НУБіПу); Так само регулярно їжаки ще дотепер зустрічаються уздовж Голосіївського проспекту та вул. Васильківської в трикутнику від Виставкового центру до метро Васильківська і вниз до Голосіївського проспекту. Є всі підстави вважати цю популяцію корінною, але згасаючою;

3) район Сирецького парку і прилеглих місць в уроч. Дубки та уроч. Бабин яр, а також парк Нивки. Через острівний характер таких місцезнаходжень їжаки часто стають жертвами автотранспорту; зокрема, на вул. Шамрила та Ризька у 2015–2019 рр. один з авторів щороку виявляв на автодорогах 2–3 загиблих їжаків; у кожному парку за годину можна зустріти не більше 1–2 їжаків. Є підстави вважати цю групу поселень згасаючими і, судячи зі співвідношення реєстрацій живих і загиблих тварин, такою, існування якої підтримується штучно, за рахунок випусків їжаків, яких городяни могли привозити як забаву, проте через нічну активність і шумну поведінку скоро випускали в найближчому парку¹;

4) умовно нові і нові житлові масиви з суцільною забудовою і малими обсягами зелених зон. Прикладом є Оболонь (див. п. «2.5» про сховища), де присутність тварин малопомітна. Коли взимку (у грудні 2024 р.) на цьому житловому масиві йшов демонтаж МАФів, під одним кіоском виявили 10 їжаків. Таких прикладів напевно більше ніж досить: під ятками часто є різного роду дерев'яні конструкції і купи сміття, а зверху – гарантоване помірне тепло, що створює сприятливі умови для зимівлі. Не виключено, що такі типи місцезнаходжень є одними з найбільш сприятливих (проте

так само очевидно, що фірми уникатимуть розголосу таких знахідок);

5) промислові майданчики, склади, гаражні кооперативи. В таких місцезнаходженнях незмінно є «гарантовані» сховища, придатні як для розплоду, так і зимівлі, і досить високий рівень спокою (занедбаності), що мінімізує фактори турбування. Особливо важливими є захаращені непотребом пристінні (міжгаражні) простори, ділянки з гілковим опадом, ямами з листям. За оцінками з відкритих джерел, орієнтовна кількість гаражних «масивів» у Києві – 250–350 од. (загалом в місті зареєстровано понад 1000 юридичних осіб, у назві яких фігурує «гаражний кооператив», проте багато з них невеликі або існують лише «на папері», тоді як реальні великі масиви об'єднують по декілька організацій);

6) набережна лівобережжя Дніпра і прилеглі житлові масиви (Русанівські сади, Воскресенка, Микільська Борщагівка, Русанівка, Березняки, Осокорки) – місця з високою активністю їжаків, що по вечорах виходять на пошуки поживи і часто спостерігаються, надто уздовж Дніпра, біля каналів і озер. Попри помітне рекреаційне навантаження на прирічкові і приозерні «зелені» смуги тут завжди знаходяться місця для сховищ і полювання їжаків, і різноманітні кухонні відходи є також важливим доповненням до «природної» (не дуже рясної в умовах міста) харчової бази;

7) дніпрові острови (Муромець, Труханів) і прибережні частини міста з обох берегів, включаючи Рибальський острів і прилеглі ділянки правобережжя та Русанівські сади на лівобережжі. В сучасний період їжаки на островах не менш звичні, ніж у прибережних зонах корінних берегів. Для о. Муромець відмічено, що за понад 20 років регулярних спостережень «Їжаків автор часто бачив уночі на ґрунтових дорогах острова» (Osadchy 2022). У сучасних оглядах їжаки розглядаються як типові заплавні мешканці (Parnikoza, Zagorodniuk 2021). У розпорядженні авторів є кілька відео про вміння їжаків плавати, чим ті напевно користуються в заплаві.

2.3. Добова та сезонна активність

Абсолютна більшість реєстрацій їжаків – вечірні сутінкові і перші нічні години. Попри часто невисоку щільність поселень їх часто можна спостерігати в час ранніх і пізніх сутінок, коли вони виходять на свої маршрути в пошуках поживи, прямуючи з місць денного притулку до зелених зон уздовж вулиць та будинків. Як не дивно, але в глибині паркових зон ми їх відмічали значно

¹ Таких випадків відомі десятки. Подібний шлях формування ареалу їжака білогородного в ареалі *E. europaeus* в Естонії показав М. Мазінг [Masing 1990].

рідше, проте біля забудов – часто. Також частими є зустрічі їжаків на їхніх вечірніх маршрутах біля водойм (яких в місті небагато), які є привабливими з огляду як на різноманіття напівприродних сховищ, так і поживи.

Щодо сезонної активності даних небагато. В описі фауни о-ва Муромець (північна частина Дніпрової заплави в межах Києва) відзначено, що сезонна активність їжаків обмежена 5 місяцями, з травня до вересня (Osadchy 2022). Нам відомі практики випуску їжаків, яких забирали на реабілітацію і зимівлю (на балконах) у квітні.

В межах міських ценозів активність більш розтягнута – їжаків можна зустріти з березня до жовтня, тобто протягом восьми місяців. Молодь найчастіше реєструють навесні або у першій частині літа, хоча таких випадків відносно небагато. Щороку до нас надходять відомості про 5–7 реєстрацій малих їжаків-сиріт або травмованих дорослих. Їжаченят, які ще не набрали потрібної ваги для зимівлі, ми та наші респонденти зустрічали навіть у листопаді. Один раз мале їжаченя підібрали на масиві «Березняки» в грудні біля сміттєвих контейнерів, де воно їло викинуту кимось гречку.

2.4. Особливості живлення в природі

За даними О. Петрусенка, спектр кормів їжаків є надзвичайно широким – фактично все, що вони можуть знайти на своїх маршрутах (Petrusenko et al. 1993). Проте концентрація такої потенційної здобичі у містах вкрай незначна, і їжаки часто вимушено консумують антропогенні корми низької якості. Вони часто живляться біля смітників, поїдають загинувших на дорогах тварин (комахи, дрібні хребетні). Пошукова активність їжаків уздовж доріг відмічена нами неодноразово. Це можна пов'язати з накопиченням дорогами тепла, яке приваблює комах як потенційну здобич, зокрема й накопичення збитих транспортом, що є важливою адаптацією їжаків.

На одному з наших облікових маршрутів уздовж та в районі «екостежки» НПП Голосіївський їжаки зустрічаються з частотою не більше 1–2 особин на км маршруту, проте явно тяжіють до будинків, біля яких є смітники, позаяк на маршрутах зустріти великих комах, амфібій чи ящірок в останні кілька десятиліть нереально, хоча їжаки є, і вони за цих умов виживають.

Осторонь багатоповерхової забудови їжаки є звичайними в районах малої забудови (напр., в окол. Лисої Гори, Совських ставків, на Сирці). Не раз відмічено, як в таких місцях вони поїдали

великорозмірних комах (передусім жуків), анелід, а також слимаків, яких господарі приваблювали на різні приманки (напр., пиво) задля вилову і вилучення. В час льоту хрущів їжаки охоче поїдають їх, при тому часом у такій кількості, що стають малорухомими. Проте така їжа – сезонна, епізодична, і в інші періоди їжаки мусять задовольнятися тим, що «послало їм» місто.

У нашій колекції фактів є й те, що їжак в неволі, після весняного пробудження (утримувався на балконі) без вагань і явно охоче з'їв загинлого молодого сирійського хом'яка (*Mesocricetus auratus*). Так само не раз їжаки споживали й різних молюсків, явно надаючи перевагу безмушлевим слимакам (слизням). Що ж до равликів важливо відмітити, що в окремих районах міста в паркових зонах (напр. в Голосіївському парку з боку вул. Оборонна) концентрація виноградних слимаків (*Helix* sp.) досягає 3–7 особин на м², і при недостатчій звичної їжі вони мажуть становити значиму частку їжачої дієти.

За нормальних умов равлики є досить грубою їжею через жорсткі мушлі, і тому найчастіше з молюсків зустрічаються слизняки (Yalden 1976; Petrusenko et al. 1993) порівняно з равликами. Попри це, не можна виключати з переліку цей суттєвий резерв кормової бази. (Варто врахувати, що у молодих *Helix* мушлі менш потужні, проте у дорослих доступність їхнього тіла для їжаків є більшою. З іншого боку, молюски незмінно несуть ризики паразитарного навантаження та мають низьку енергетичну цінність порівняно з комахами.)

В частині випадків в спектрі живлення присутні рослинні корми. З досвіду прямих спостережень авторів і годування їжаків у неволі можна відмітити увагу їжаків до яблук (дуже індивідуально), ягід, що падають на землю (шовковиця, сливи, абрикоси). В неволі їжаченят наші респонденти догодовували шматочками кавуна, дині, насінням соняшника та гарбуза.

2.5. Постійні сховища та місця зимівлі

Наявність сховищ – один із головних факторів існування їжаків, при тому цілорічних, як в літній час, так і взимку. Вимоги до сховищ дуже різні: літні мають бути захистом від хижаків і по можливості наближеними до мисливських угідь, зимові – забезпечувати не тільки спокій, але й тепло. Останнє не завжди може бути надійно визначено за осіннім станом сховищ через те, що значна їх кількість пов'язана або межує з господарськими й подібними спорудами, режимами екс-

плуатації (у т.ч. й обігріву) яких можуть довільно змінюватися.

Важливою особливістю літніх і зимових сховищ природного типу в умовах міста, по суті міських парків, – постійне їх прибирання, тобто знищення потенційних місць облаштування сховищ. Типові приклади – ями з листям, купи хмизу або зарості чагарників, засипані листям. Все це об'єкти господарської уваги, тобто прибирання (= знищення).

Внаслідок цього формуються парки «відкритого типу» – без скупчень гілкового або листяного опаду, без повноцінного чагарникового ярусу, прозорі на десятки і сотні метрів. Влаштувати там сховища непросто. Надто при постійному перебуванні там псів на вигул і здичавілих псів. Авторам відомо принаймні два випадки, коли пси викопували в парках їжаків із ямок, з-під снігу, в обох випадках їжаки виявлялися живими, але в стані глибокого зимового сну.

Зимове сховище має ще й відповідати вимогам дихання (вентиляції), навіть для стану явної гіпоксії – далеко не всі сховища неприродного типу можуть відповідати потребам тварин, зокрема через доступність для хижих. Попри все, їжаки дотепер у київських парках є. Поширені й відомі типи сховищ узагальнено в табл. 1.

3. Вживання в урбосередовищі

Факторами сприяння є класична тріада: кормова база, сховища, вільна від хижацтва зона. Власне, ці три особливості визначають успіх виду в урбоценозі і в подальшому тексті аналізуються більш докладно. Трьома ключовими негативними факторами є фрагментація простору з високими ризиками загибелі від автотранспорту, численні антропогенні пастки, загибель від безпритульних хижих.

3.1. Критичні ресурси і фактори

Факторів виживання чи небезпеки багато, головні з них в умовах міста такі:

- ключові фактори сприяння популяціям їжака (для культурфітоценозів це, навпаки, небажані

стани): (1) наявна природна їжа (докладніше див. п. 2.4 та цит. літ.), основа кормової бази – це наявність потужних популяцій великорозмірних комах та деяких інших груп безхребетних (передусім анелід та моллюсків) і дрібних наземних хребетних (амфібій, плазунів, наземногніздових птахів); (2) наявність сховищ, як літніх, так і зимових (див. п. 2.5), основа добробуту – збереження природних місць накопичення рослинної мортмаси і наявність сховищ антропогенного походження; (3) наявність водопоїв або природних «росяних полів», надто в критичні періоди (в літню спеку);

- негативи (що для міста майже нормально) – порушення доступу до ресурсів, згаданих в попередньому пункті та надмірні (критичні) значення факторів біди: (1) осінні вимітання міських парків, з вивозом всього гілкового й листяного опаду; (2) масові застосування інсектицидів та інших пестицидів, що може вести до знищення потенційної кормової бази; (3) безконтрольний демонтаж численних МАФів, від паркових будинків до торгових кіосків, зачистка різних технологічних майданчиків від накопиченого сміття, (4) збільшення різноманіття антропогенних пасток, включно з різного роду каналізаційними колодязями і технологічними ямами.

Прикладом негативних впливів є катастрофічне зменшення в місті відкритих водотоків і захоплення їх у колектори (напр., струмок Голосіївський, Либідь, Почайна, Клов, Дарниця, Глибочиця, Нивка, Сирець та ін.) (Kuzmenko, Romanenko 2005 та ін.). Місцями регулярного водопою можуть бути численні бювети, біля яких є як підтікання (часом з постійними калюжами), так і виставлені поїлки для безпритульних псів, що у спекотні місяці останніх кількох років було типовим для київських бюветів у паркових зонах.

З нових прикладів антропогенних пасток (їх класифікацію див.: Zagorodniuk 2006) відмічено випадок, коли їжачиха у дворі на проспекті Миру (Дарниця) в пошуках поживи залізла в шину від

Таблиця 1. Типові сховища їжаків у міському середовищі (за різними джерелами); великими літерами відмічено відомі авторам місця літніх сховищ [S], виведення потомства [R], зимівлі [W]

Table 1. Typical hedgehog shelters in urban environments (according to various sources); capital letters indicate locations known to the authors as summer shelters [S], breeding locations [R], or wintering locations [W]

Тип місцезнаходжень	Типові варіанти сховищ*	Оцінка придатності
Багатоповерхова забудова та прибудинкові території	в технічних нішах будинків при фундаменті (вкл. ніші поливних кранів) [S, W?]	випадкові
Вулиці і придорожна інфраструктура	під кіосками, торговими ятками й іншими типами МАФів [S, W]	регулярно
Гаражі, господарські будівлі, склади тощо	під непотребом: лежачі дошки, двері [S, R], бита побутова техніка	регулярно
Промислові площадки, території автопарків	«забуті» людиною кутки, ніші під різним непотребом [S, R?, W?]	регулярно
Приватна забудова, підпілля господарських будівель, сміття	ямки з листям в саду під деревами [S, R, W]	регулярно
Парки, лісопарки, захарашені ділянки, ями з листям	ближче до людей [S, R, W]	регулярно

Примітка: * Знаки питання поставлено там, що немає прямих даних.

колеса і там загинула, а поруч ходило колами одне їжаченя (24.07.2021).

Щодо руйнації антропогенних сховищ: взимку 2024 р. в Оболонському районі під час демонтажу МАФів працівники фірми «Київблагаустрій» виявили під ними місця зимівлі їжаків (рис. 3). Фахівці Центру захисту тварин переселили їжаків у безпечні умови, де ті продовжили зимівлю (28.12.2024, URL). Масштаби таких зимівельних локусів можуть бути дуже недооціненими, як і загинь їжаків при подібних акціях з благоустрою.

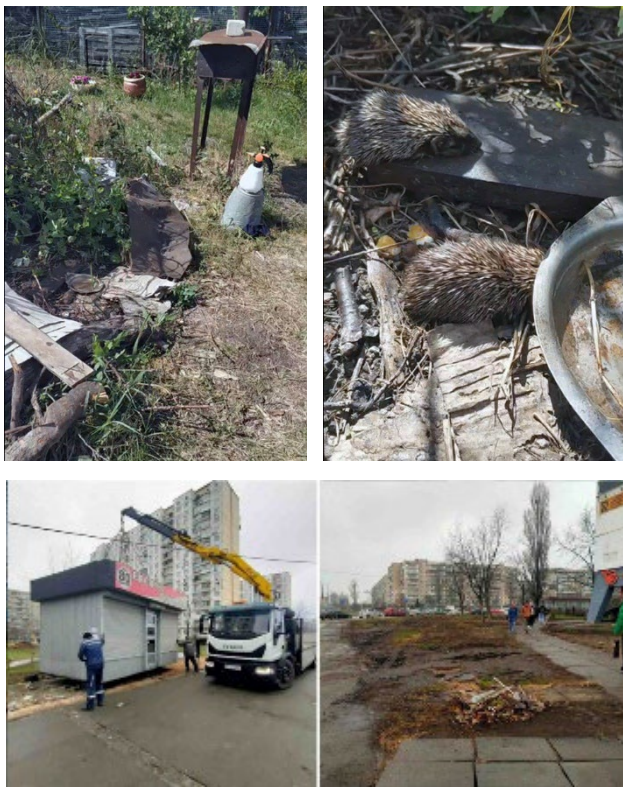


Рис. 3. Критичні фактори: (а) місце розмноження їжаків між гаражами біля Сирецького парку в якому виявлено виводок їжаченят-сиріт, які були догодовані небайдужими громадянами; скріншоти з відео 06.06.2024 К. Гончаренка); (б) демонтаж в зимовий час в Оболонському районі Києва незаконних МАФів, під якими виявлено зимове скупчення їжаків, фото з <https://bigkyiv.com.ua>, 28.12.2024.

Fig. 3. Critical factors: (a) a breeding ground of hedgehogs, located between garages near Syretsky Park, where a litter of orphaned hedgehogs was found and fed by caring citizens; screenshots from video 06.06.2024 by K. Goncharenko); (b) dismantling of illegal small architectural forms in the Obolonskyi district of Kyiv in winter, under which a winter cluster of hedgehogs was found, photo from <https://bigkyiv.com.ua>, 28 December 2024

Одним з негативних впливів є випалювання листя. Попри заборону на подібне це стається регулярно, і до аматорів-реабілітологів час від

часу доставляють обгорілих їжаків, що зимували в листі. Як приклад, подібний погорілець, про що у авторів збереглося відео, був знайдений на Оболоні навесні 2012 р. в одному з дворів недалеко від Інституту гідробіології. Він мав сильно обгорілу спину з поплавленими голками. Його лікували обліпиховою олією; вирости нові голки. Такі випадки були повідомлені й іншими колегами, що доглядали їжаків, при тому бували ситуації, коли їжаки отримували дуже сильні опіки, проте завдяки турботі про них виживали.

3.2. Фрагментований простір, транспорт

Фрагментований простір – це особливість кожного сучасного міста. Відповідно, всі наземні тварини виявляються в пастках міських тенет, сформованих забудовою, парканами, автомобільними дорогами; за таких умов у містах успіх мають переважно види, що живуть у тривимірному просторі і здатні долати перешкоди (Zagorodniuk 2003). Серед них їжаків немає, тому їжаки – «маргінальні» синантропи, мешканці паркових прирічкових зон, зон одноповерхової забудови та інших функціональних зон міста без інтенсивного господарювання.

Окрім прямого впливу транспортних мереж і самого транспорту їжак «чекають» різного роду пастки. Прикладом є їжаки в районі «Дитячої залізниці» (Сирецький парк), які, надто молоді, як показали неодноразові спостереження у 2015–2018 рр., на шляху від будинків до парку без проблем долали бордюри дорожньої смуги, проте потрапляли у безвихідь при підході до рейок, і далі рухалися безкінечно уздовж них. Ті з них, які шукали обходи, врешті виявлялися під колесами авто, що типово для міських просторів.

Бордюри уздовж доріг, бетонні відбивники – все це фактори прискореного потрапляння під колеса. А відкриті ливневі отвори та інші ями-пастки уздовж доріг – типові приклади нездоланих антропогенних пасток, і без того численних у містах (Zagorodniuk 2006).

Їжаки часто гинуть під колесами машин (рис. 4, б). Замість втечі вони часто згортаються в колобок. Серед вихованців авторів були малі їжаки (150 г), підібрані на дорозі біля загиблої під колесами їжачихи і передані авторам на реабілітацію (14.06.2021). Загиблих на дорозі їжаків зустрічали й самі автори, і не раз, проте такі фото ми тут не будемо наводити. Остання примітна жертва – на краю Голосіївського парку біля однойменного проспекту (літо 2024 р.).

3.3. Свійські тварини, люди

Однією з найбільших біотичних загроз є хижацтво псів, як дичавілих, так і свійських. Колеги, що утримували мисливських псів, повідомили, що добрий мисливський пес на одну прогулянку знаходив в парку до 10 їжаків. Понад те, досвідчені мисливські пси одним рухом їх умиротворюють, підхоплюючи скальп іклами (рис. 4, а). При

тому роблять це настільки акуратно і миттєво, що господар звичайно не встигає дати команду відбою (М. Клестов, особ. повід.).



Рис. 4. Їжаки як жертви міських негараздів: (а) рештки їжака, з'їденого здичавілими псами, урочище Лиса Гора, 12.05.2023, фото І. Загороднюка; (б) їжак, що загинув від авто і був доїдений вороною сірою (проспект Вернадського, 29.04.2019); фото О. Калиниченка.

Fig. 4. Hedgehogs as victims of urban problems: (a) the remains of a hedgehog eaten by feral dogs, Lysa Hora tract, 12.05.2023; photo by I. Zagorodniuk; (b) hedgehog killed by a car and eaten by hooded crow (Vernadsky Avenue, 29 April 2019); photo by O. Kalynychenko

Менш досвідчені пси катають їжаків, згорнутих в клубок, лапами і намагаються зачепити їх зубами. Біля ботанічного саду НУБіП (Голосіїв) 2025 р. знайдено шкірку їжака з явними слідами його вбивства псами (це було в зоні регулярного заходу зграї здичавілих псів). Напевно, жертвами псів стають щороку сотні їжаків. Авторам відомий приклад того, як один колега у 1970-х роках за допомогою пса зібрав понад 700 харчових проб (шлунків) їжаків з околиць Києва.

Внаслідок різних причин загибелі дорослих (пси, авто, люки, прокоси) нерідко маленькі їжаченята стають сиротами. Особливо жакливо, коли при прокошуванні трав гинуть цілі сім'ї їжаків (їжачиха з малятами). Сумарно за літній сезон 2025 р. в Києві та області підібрано біля 200 їжаченят-сиріт (К. Талер, особ. повід.). Причини сирітства напевно дуже різні, але в усіх випадках це загибель самок внаслідок хижацтва здичавілих псів або людської недбалості.

3.4. Зоонози, паразити, інші хвороби

На переконання авторів, їжаки є основними жителами кліщів групи *Ixodes ricinus*, а тому є ключовою ланкою у підтриманні вогнищ окремих бактеріальних зоонозів, передусім лайм-бореліозу. Тільки в межах авторського кола спілкування є не менше 10 колег, які отримали цю хворобу. Дані Київської міської СЕС (ЦКПХ), оприлюднені у квітні 2025 р., свідчать:

«у березні 2025 р. заселеність іксодовими кліщами [така]: Гідропарк (7 екз. на прапоро/км), парк «Муромець» (5 екз. на пр./км), зона відпочинку «Берізка» (4 екз. на пр./км), парк Партизанської Слави (6 екз. на пр./км). [...] У 2024 р. в м. Києві зареєстровано 484 випадки захворювань на хворобу Лайма. ... 219 випадків (45,2%) заражень [...] відбулися на території зелених зон м. Києва.» (URL).

Очевидно, що мова має йти не тільки про бореліоз, але й інші хвороби, зокрема й про анаплазмоз. В Києві діє програма обробки парків від кліщів, проте з урахуванням надвисоких рівнів заселеності території кліщами і надвисокої «обсіяності» ними їжаків – інтенсивність інвазії (І) становить десятки особин *Ixodes* на одного їжака (приклад на рис. 5). В цьому сенсі київські парки не є унікальними. Так, у парках Будапешта І іксодесами склала 83,3 (!), з домінуванням *Ixodes ricinus* (99,4 %, решта *I. hexagonus*) (Egyed et al. 2023). Аналогічні дослідження в Польщі дали І = 42,2, з переважанням *I. hexagonus* (73 %, решта – *I. ricinus*) (Dziemian et al. 2014).

Більшість київських їжаків рясно заражені паразитами, що є очікуваним для їжаків Подніпров'я в цілому (Melnychenko, Panasenko 1979). Автори не раз допомагали їм вивільнитися від гельмінтів, використовуючи препарати, рекомендовані ветеринарною клінікою. Так, одне з їжаченят, підібране на Дніпрових кручах біля Музею II Світової війни, носило на собі 11 кліщів, ще одне мало велику кількість дрібних нематод, виявлених у його блювотинні (дегельмінтизація в клініці Екзовет). Подібні випадки інтенсивного зараження їжаків екто- та ендопаразитами регулярні.

Зустрічалися особини з інфекціями очей, іноді їх треба лікувати доволі довго. Траплялися й випадки, і не раз, коли їжаченята мали явні респіраторні хвороби. Зокрема, не раз нам передавали застуджених їжаченят, які чхали і кашляли, і таких особин не завжди вдавалося врятувати навіть при лікуванні антибіотиками. Одного з них, який вичихував і виблюював багато слизу з дрібними нематодами, показували ветеринарам, які сказали, що в слизі присутні «личинки» (напевно нематоди), а в посліді ідентифіковано яйця *Crenosoma* sp. (5–8 в одному полі).



Рис. 5. Молодий «весняний» їжак з екостежки в Голосіївському НПП, всіяний на боках (а) і на череві (б) численними кліщами *Ixodes* cf. *ricinus* (21.05.2020); фото І. Загороднюка. Внизу – цестода та її проглотиди в посліді їжака, попередньо *Hymenolepis erinacei*; фото Г. Станиціної.

Fig. 5. Young 'spring' hedgehog from the eco-trail in Holosiivskyi National Park, studded on the sides (a) and belly (b) with numerous ticks *Ixodes* cf. *ricinus* (21 May 2020); photo by I. Zagorodniuk. Below – cestode and its proglottids in hedgehog faeces, probably *Hymenolepis erinacei*; photo by G. Stanytsina

Легеневе зараження нематодами, зокрема *Crenosoma striatum*, є у їжаків частим і нерідко летальним. Так було і в нашому випадку, а загалом частота виявлення таких (постійні чхання і кашель з рясним слизом) в окремі роки становить до 20 %. Загалом респіраторні нематоди виявляються часто (Alfaia et al. 2025). В Німеччині в центрах реабілітації у їжаків часто (понад 50 %) виявляють таких легеневих і кишко-шлункових ендопаразитів, як *Crenosoma striatum* (77,6 %), *Capillaria erinacei* (68,2 %), *C. putorii* (68,2 %), з загальним рівнем інвазії 95,5 % (Schütte et al. 2025), їхнім джерелом є легеневі молюски, зокрема слизні.

Натомість, цестода *Hymenolepis erinacei*, яка також є поширеним у їжаків кишечним ендопаразитом, потрапляє від жуків (Binkienė et al. 2019), переважно копрофагів, зокрема від гнойовиків. У київських їжаків цестоди виявляються дуже часто (не менше, ніж у половини), найчастіше можна бачити лише проглотиди, яких аматори називають «рисинками» і не надають цьому належної уваги. При застосуванні препаратів можна виявити й цілих цестод (рис. 5с).

Про травми годі говорити – травмованих їжаків потрапляло на реабілітацію немало. Це були і рани від нападів псів і ворон, і травми від падінь або інших ударів (автотранспорт?), коли у тварин не діяли задні лапи. Чи не в усіх випадках такими постраждалими їжаками були молоді особини, що загалом очікувано. Серед загиблих з невідомих причин або на автодорогах також домінували молоді.

4. Їжаки в умовах неволі

4.1. Облаштування місць перебування

Маленьких їжаченят завжди тримали в клітках, щоб вони не загубилися серед меблів і не травмувалися. По мірі їхнього зростання їх переселяли або у вольєри, або на балкон, або дозволяли вільно жити на кухні, де для них облаштовували «спальні» зі картонних ящиків, вистелених сіном або ганчірками. Весняних малят після набору ними ваги тіла понад 400 г відпускали на волю, перед тим тренуючи їх на пошук їжі (звичайно кидаючи корм в принесену траву).

Їжаченята з другого за сезон виводка («осінні») зазвичай не встигали до зими набрати необхідну вагу, тому для них влаштовували зимівлю на балконі. Зимували такі їжаки в картонних ящиках з сіном або шматками старих шерстяних светрів (Рис. 6). Деякі їжаки переоблаштовували зимівельні сховки за межами ящиків, переносючи сіно й ганчірки в нові кутки.

Як правило, молоді їжаки не задовольнялися відгородженою для них частиною балкону і долали загорожу. Як виявилось, вони чудово можуть лізти наверх, через різного роду перепони, у т.ч. металеві сітки (бічні панелі від кліток); а при нагоді так розштовхували перепони на стиках між ними, що формували щілину і врешті прохід. Серед мешканців на реабілітації була одна їжачиха, яка регулярно вилазила, використовуючи коробки або балконні етажерки, на підвіконня, де її часто ловили. Ця особливість має бути врахована при облаштуванні

місць поселення їжаків у неволі, проте важливо це знати і при вивченні їх переміщень у природі і можливостей здолаття перешкод.



Рис. 6. Облаштовані місця проживання їжака в міській квартирі, на балконі: (а) їжаченя-сирота, поселене в клітці, 14.06.2021; (б) літня будка (07.08.2020); (с) зимове гніздо з сіна і шматків шерстяного одягу (07.09.2021); фото Г. Станиціної.

Fig. 6. Hedgehog habitats in a city apartment, on the balcony: (a) orphaned hedgehog, placed in a cage, 06/14/2021; (b) summer 'hut' (07.08.2020); (c) winter nest made of hay and pieces of wool clothing (07.09.2021); photo by G. Stanytsina.

4.2. Типова дієта

Підростаючих і дорослих їжаків ми годували в основному трьома типами корму: (1) курячим м'ясом (сирим для дуже молодих або ослаблених, вареним, яке більш жорстке, для здорових), (2) кормами для котів (паштетами для кошенят, сухим кормом з курячим м'ясом), (3) живими або замороженими комахами (зофобусами, мармуровими тарганами, цвіркунами).

У літній дієті були хрущі, а при нагоді й їхні личинки, яких їжаки особливо любляють. Були такі, що з задоволення їли шматочки солодких яблук та насіння соняшника, зокрема перед зимівлею (була їжачиха, яка вміла випльовувати шкарлупки). В експедиціях ми не раз відмічали, як їжаки доїдали шкоринки кавунів. Одна з їжачих, при підготовці її до зимівлі (догодівля) розділила клітку на три частини (спальня, їдальня і туалет) і, особливо любляючи зофобусів, завжди легко прокидалася на слова «на черв'ячка» і йшла до «їдальні».

Всі їжаки п'ють воду, і це важливо пам'ятати при організації природоохоронних заходів та при утриманні в неволі. Для пиття у них постійно стояли неглибокі баночки з широким горлом. Повір'я про любов їжаків до молока хибне. Їм категорично не можна давати молока, оскільки воно викликає у них діарею.

Дані про основні й бажані корми для різних вікових груп їжаків при утриманні їх в неволі, узагальнені на основі авторського досвіду, наведено в табл. 2. Особливо важливим правильне годування є для їжаків, які не набрали необхідної для зимівлі ваги, важливої також для весняного розгріву і життя до появи першої поживи. Мінімально допустима маса тіла на входженні в зимівлю, за нашими даними, – 600 г. При достатку кормів, цьогорічні їжаки на догодівлі набирали до 1 кг ваги, найчастіше 700–900 г.

Таблиця 2. Ключові складові дієти їжаків при утриманні в неволі на основі авторського досвіду

Table 2. Key components of the diet of hedgehogs in captivity based on the author's experience

Вікова група	Основні й додаткові компоненти
Прибулі	молочна суміш «Royal canin» та бджолиний пилок, розведений з водою (з соски); потім зофобус (без голови) та кормові (так звані мармурові таргани) морожені чи придавлені, щоб не тікали; паштет для кошенят, надалі потроху маленькі шматочки сирого курячого м'яса
Молоді	варене куряче м'ясо, паштети для кошенят та котів, сухий котячий корм з куркою, нарізані солодкі яблука, шовковиця, кавун, солодкі сливи, насіння соняшника
Дорослі	Варене куряче м'ясо, іноді кашу на м'ясному відварі, сухі корми та паштети для котів, зофобуси, кормові таргани, шматочки яблук, кавунів, ягоди

4.3. Вигодовування їжаченят

Нерідко люди підбирають малих осиротілих їжаченят, з відкритими очима і голками звичайного (не білого) кольору (рис. 7). Особливо критична ситуація з малюками з пізньолітнього приплоду (серпень, початок вересня), які не встигають набрати потрібну для зимівлі вагу. Таких малят варто брати на догодовування і штучну зимівлю, з випуском вже навесні.

Зовсім малих їжаченят годували з соски молочною сумішшю (типу «Royal Canin»), для підростаючих особин, які могли їсти самостійно, давали спочатку консервовані паштети для котів та шматочки сирого курячого м'яса, а пізніше й вареного, паштети, зофобусів і тарганів, сухий котячий корм. Влітку малим їжаченят пропонували різні ягоди, шматочки кавуна і яблука. Деякі не звертали на них увагу, інші їли. Воду для малюків ставили в кришечках від банок.

Найменшим за вагою (53 г) був вкрай виснажений «Малюк», який не міг стояти на лапах. Його годували з соски кожні дві години 1 мл молочної суміші «Royal canin» і квітковим пилком, по чергово. За кілька днів він вже бігав по просторому картонному ящику. Важливо було перед годуванням давати йому побігати 1–2 хв. (для безсилих малюків ми робили з ковдри «трасу» з бортами). За перші 5 днів він набрав 14 г ваги (рис. 8) і згодом почав під'їдати сирію курятиною, до 20 г за раз. М'ясо їжачок переварював краще за молочну суміш, і надалі з соски він вживав тільки воду.

Підростаючі їжаченята їли сире і варене куряче м'ясо, паштет для кошенят і сухий котячий корм з куркою, а з рослинних кормів – солодкі яблука, нарізані на шматочки, шовковицю, кавун, сливи, насіння соняшника. При варці курятини перший відвар виливали, і далі її варили до стану «холодця» – щоби м'ясо відлипало від кісток, а відвар застигав як желе. Також на відварі варили кашу з суміші круп (рис, гречка, пшениця, іноді геркулес). Каша виручала, коли їжаченят було багато (до 10). На десерт їжачки отримували зофобусів і «кормових» тарганів.

Кількість корму залежала від віку і ваги їжачка. Осінніх їжаченят (другий виводок) часто залишали на зимівлю, бо вони не встигали набрати потрібну вагу в природі. Готуючись до зими, підрослі їжачки їли багато; так само, прокинувшись навесні, вони їли часто і багато. Кількість корму не фіксували, давали їжі досхочу.

Щодо передзимової ваги та її корекції нами проведено кілька серій моніторингу за найменшими особинами. Одного такого малюка отримано 29.08.20 з масою 53 г (див. вище) і догодовували два місяці, після чого вклали у сплячку. Темп приросту ваги склав 9,8 г/добу (рис. 8, круги). Ще один їжак мав «стартову» масу 146 г, і за 32 дні приростав по 15,7 г/добу (рис. 8, квадрати). Чим далі до осені й зими, чим крупніші їжачка потрапляли на реабілітацію, звичайно при вазі понад 400 або 500 г (див. рис. 8).

Існує небезпека надто швидкого набору маси при відгодівлі, коли кістки не можуть тримати вагу тіла. Ми мали такий досвід і дійшли висновку,

що важливим стоп-критерієм є поза тварини при годівлі: важливо не допускати поїдання їжі лежачи. Цей їжак за 77 днів відгодівлі до зимівлі (з 27.08 до 11.11) збільшив вагу у 5,7 рази (зі 146 до 832), а за зимівлю, що тривала 123 дні (з 11.11 до 13.03), втратив 16 % маси тіла (з 832 до 699 г). Тобто він набирав вагу з темпом ~9 грам за добу, а у сплячці витрачав ~1 г за добу.



Рис. 7. Їжаченята на відгодівлі: (а) годування малюка вагою 53 г із соски молочною сумішшю (2.09.2020); (б) їжаченята біля миски зі шматочками м'яса (15.07.2021); фото Г. Станиціної.

Fig. 7. Hedgehogs being fed: (a) feeding a baby weighing 53 g from a teat with milk formula (2.09.2020); (b) hedgehogs near a bowl with pieces of meat (15.07.2021); photo by G. Stanytsina

Досвід з перегодовілею засвідчує, що в природі їжачки найімовірніше завжди голодні, і обмежена доступність природних кормів не дозволяє їм перейти (окрім того, такі особини можуть ставати легкою здобиччю для хижих тварин).

4.4. Рухова активність

Їжачки вдень сплять і прокидаються з настанням сутінок. У подальшому вони були активні всю ніч, з виразним наростанням активності на світанку. В домашніх умовах їх не потрібно

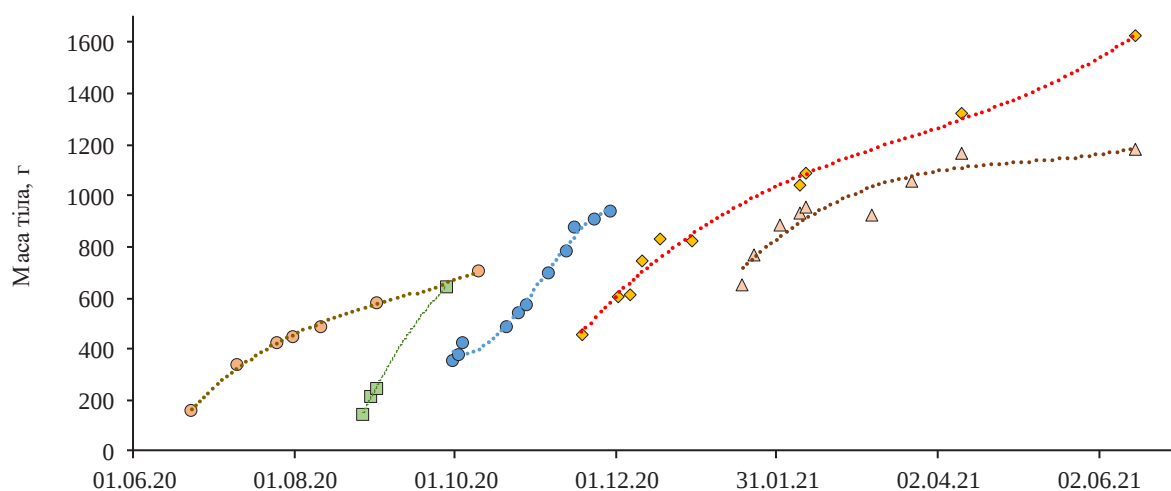


Рис. 8. Зміни ваги тіла п'яти різнорозмірних їжаків, яких відгодовували для досягнення необхідних для зимівлі запасів. (Роки були різними, від 2016 до 2024, тут їх штучно кореговано до одного діапазону (осінь/зима 2020/2021) для розміщення серій вимірів маси тіла поруч)

Fig. 8. Changes in the body weight of five hedgehogs of different sizes which were fattened to reach the reserves necessary for hibernation. (The years varied from 2016 to 2024, but here they have been artificially adjusted to a single range (autumn to winter 2020/2021) in order to place the series of body weight measurements side by side)

шукати їжу (полювати), і вони після пробудження одразу йдуть до годівниці і води.

У різних особин дуже різні характери і звички, і вели вони себе при утриманні в неволі по-різному. Одні просто ходили або бігали, вивчаючи територію, щось шукали, принохувалися, а були такі, що бігали як на тренуванні, без видимої задачі чи мети – хто по колу, хто по периметру картонного ящика, хто по периметру всього доступного простору (вкл. кімнату).

Під час зимівлі також буває активність. Деякі їжаки зимою прокидаються, щоб випорожнитися. Частина зимуючих на балконі їжаків, прокидаючись серед зими, пили воду, а іноді й трошки їли.

4.5. Маскувальна поведінка

У природі, щоб вижити, живі істоти нерідко маскуються. Окрім голок, у їжаків є ще один вид захисту: вони маскують свій запах слиною, пожувавши перед тим щось пахуче. Їжаки часто полюють всю ніч, чим можуть наражати себе на небезпеку. Окрім того, влітку вони можуть спати де застане день – під кущем, в густій траві.

Для захисту від хижаків вони використовують особливий тип маскування, приглушуючи власний запах слиною, яку «нажували» разом із пахучим об'єктом. Це може бути запах рослин, парфумерії, заліза, будь-чого іншого, що сподобалося їжакові. Пожувавши таке джерело запаху, вони змазують слиною свої голки на боках тіла, іноді й на спині, як дотягнуться (рис. 9).

Ця необхідність маскувати запах проявляється у їжаків з раннього віку. Їжаченя «Малюк», яке дорожували в домашніх умовах, почало маскувати свій запах змалку, при вазі біля 60 г. Для цього їжачок використав кинути йому квіти злинок

(*Stenactis annua*), пожував їх (подібно тому, як це роблять і дорослі їжаки) і обмазав слиною свої голки на боках тіла. Коли за три тижні його винесли на прогулянку на двір, він те саме зробив з травою (пожував і змазав слиною свої голки). У дорослішому віці він використовував всі нові запахи, щоб перенести їх на себе. Пізніше надавав перевагу запахам заліза (труба у ванній кімнаті), кропиви та парфумів.



Рис. 9. Їжак, зайнятий облизанням своїх боків для зменшення запахів, принагідно використовує для цього рослинний матеріал; 06.03.2025; фото Г. Станиціної

Fig. 9. Hedgehog busy licking its sides to reduce odours, incidentally using plant material for this purpose; 06.03.2025; photo by G. Stanytsina

Загалом малі їжаки використовують кожний новий для них запах – трава, парфуми тощо. Одне з малят, якому вперше дали їсти маленькі шматочки сирого м'яса, використало їх аналогічно як новий для себе запах для маскувannya. Був і випадок, коли інше маля, підібране на проспекті Миру, проявило інтерес до шматка паперу з запахом свіжої типографської фарби і намагалося перенести цей запах на себе, кусаючи і облизуючи папір. У дорослішому віці, живучи на балконі, цей їжак постійно використовував для ослинення всі нові для себе запахи, наприклад, старанно переносив на свої голки запах петрушки.

Всім без винятку їжакам явно подобаються запахи парфумів, зокрема й дезодорантів. Були й інші запахи, яким піддослідні їжаки надавали перевагу. Таким одного разу став запах прального порошку, до якого їжак наполегливо намагався дістатися. З віком їжаки більш вибірково вибирали запахи для маскувannya, часто серед бажаних був запах окисленого заліза (труби), любили вони і кропиву і при можливості гризли її, змащуючи свої боки.

4.6. Маркування території

Їжаки вважають своєю ту територію, по якій вони походили і з якої їх ніхто не прогнав. При утриманні двох і більше дорослих їжаків в зимувальних ящиках (на балконі) вони, прокинувшись навесні і виявивши сусідів, демонстрували помірну агресію, що проявлялося в частому шипінні і штовханні. Правдоподібно, що це особливість тільки дорослих самок (зокрема, це відмічено взимку 2019/2020 рр. у самок вагою 1,2 та 1,6 кг на час випуску навесні).

Інший приклад територіальної поведінки – намагання втекти, орієнтуючись на протяг з вікна. Зокрема, їжак «Малюк», якого виростили з маленького їжака, ріс один, проте згодом, коли виріс, до нього в те саме приміщення поселили іншого їжака (самка «Троя»). Малюк повсякчас намагався її вигнати, шипів на неї, штовхав. Ця друга особина (Троя), коли трохи підросла, стала шукати виходи і намагалася втекти, долаючи навіть високі перешкоди у пошуках виходу.

Обидві серії спостережень в неволі свідчать про територіальність і фактично бажання вести солітарний (усамітнений) спосіб життя. Ці спостереження свідчать про активне витіснення одних особин іншими, при тому та, яка з'явилася або прокинулася після зимівлі першою, вважає територію проживання (утримання) своєю.

5. Охорона – пасивна й активна

5.1. Динамічні тенденції в популяціях

Йде явне згасання багатьох локальних популяцій в різних частинах міста. Особливо явно це стало видно в останні кілька років, в умовах війни.

Так, у районі Виставкового центру та Голосіївського НПП частота зустрічей впала на порядок, а на прилеглих масивах міста їжаків взагалі не вдалося відмітити за останній рік (дані авторів). На Русанівці, за повідомленнями

колег, за останні кілька років їжаки майже зникли, хоча ще 3–5 років тому їх можна було зустріти за годинну прогулянку не менше 3–5 разів (у дворах багатоповерхівок і на набережній) (О. Жук та В. Новиченко, особ. повід.). Їх стало явно менше на Лісовому масиві, де ще кілька років тому ми їх відмічали фактично на кожній вечірній прогулянці, а тепер – далеко не на кожній (дані авторів). У паркових зонах і на прилеглих ділянках на Сирці і на Нивках частота зустрічей їжаків також впала, але не суттєво; в парковій зоні «Сирецький гай» за годину вечірньої прогулянки до 2022 р. можна було зустріти або почути 2–4 їжаків (Т. Турейська, особ. повід.).

Причини цього не зрозумілі, проте можна припустити кілька факторів – як реальне падіння чисельності їжаків та обсягів доступної поживи і доступних сховищ, так і фактор зменшення обсягів спостережень, зокрема й через воєнний стан та комендантські години.

Серед явних причин господарського блоку міста: стало в рази менше кіосків (про сховки під ними див. вище), зносять гаражі (часто під все нове будівництво або автостоянки), розчищають різні завали в парках та занедбаних ділянках міста (зокрема й через безпекові задачі), зникають водопої. Звісно, росте й насиченість міста автотранспортом, який дуже часто є фактором загибелі їжаків (за даними КМДА в Києві в будні курсує 1,1–1,2 млн. автомобілів).

Серед явних причин біотичного блоку: явне зменшення різноманітності комах, а також різних комахоїдних видів, що могли бути поживою (жаби і ящірки, гніздові птахи)², наростання кількості безпритульних псів під опікою зоозахисників, нестабільні температурні умови в місцях, біля яких можливі облаштування сховищ, надто зимових (через тривалі і часті блекдауни), явне наростання чисельності паразитичних кліщів (слідом і частоти зоонозів, надто бореліозу).

5.2. Підтримка «паркових» популяцій

В урбозоології відомі праці циклу «горобець – пташка бідних кварталів» (Shaw et al. 2008), в яких показано, що наявність і доступність гніздових біотопів і кормових ресурсів мінімальна в районах з високим рівнем догляду за територією. Власне, це можна сказати про більшість синантропів-коменсалів, зокрема й про їжака.

Ситуація з біотопами, що можна вважати корінними для міських популяцій їжака, не має вирішення, оскільки «вимоги» їжаків суперечать самому поняттю культурного ландшафту, типового для міських культурфітоценозів, оскільки окультуреність (еугемеробність) по суті означає порушення природного стану (sensu: Kucheriyavui 2001). Зокрема в такому наборі ознак – відсутність підстилки і загалом прибирання листяного і гілкового опадів, прокошування тощо. До потенцій-

² Явно менше за останні 3–4 роки стало й кажанів в місцях постійних екскурсів авторів.

ного ареалу квазісінантропів, якими є й їжаки, входять не всі наявні малоокультурені фітоценози міста через замкненість частини таких територій або широкі «аменсальні заходи» (передусім вилучення всього живого, що може нести загрози біопошкоджень або зоонозів).

Попри це, набір олігогемеробних ценозів міста є достатнім для існування місцевої популяції, і вони є основою міського мережива їжакового ареалу: великі парки й лісопарки, заплави і зони рекреації, зони одноповерхової забудови, зони відчуження промислових об'єктів і транспортних коридорів, придорожні зелені смуги, палісадники та інші прибудинкові зелені «клаптики». Понад те, важливо, що ця популяція існує не за рахунок притоку зовні, а самовідтворюється, що важливо, хоча в окремих районах і паркових зонах явно їжаки представлені тільки молодими особинами, явними мігрантами, тобто не формують повноцінну віко-статеву популяційну структуру.

Важливо виходити з того, що збереження біорізноманіття у містах – це збереження нормального біотичного оточення людей, яким важливий весь комплекс взаємодій – від розуміння виживання дикої природи в умовах наявного середовища до контактів з дикою природою, зокрема й емоційних, проте не тільки. Аргументи на користь і проти таких взаємодій та потреб щодо них у сучасному місті варто розглянути окремо. У кожному разі варто пам'ятати, що існує досить багато громадян, які вважають великим позитивом наявність видів дикої фауни у міських зелених зонах, хоча загальна тенденція до людського аменсалізму так само очевидна.

Очевидно, що відновлювати умови існування максимального біорізноманіття, яке існувало на місті розвитку міст – утопія, проте їжак – це один із тих видів, який сам обирає «цивілізаційну тінь» – не найкращі, проте придатні умови існування біля людей. При цьому він не виявляє жодної шкодочинності, проте сам є ознакою добробуту урбоєкосистем. І поки київські депутати приймають постанови про «віднесення безпритульних котів до членів міських екосистем» (Рішення Київміськради «Про деякі питання безпритульних котів у місті Києві» від 22.06.2017 № 615/2777, https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_deyaki_pitannya_bezpritulnikh_kotiv_u_misti_kiyevi/)³, міські їжаки поза увагою. А ці комахоїди, і разом із ними й незлічені жертви котів серед комах, плазунів і птахів, потерпають від елементарної неухаги містян до цих істот.

Серед ключових і найдешевших (що важливо) заходів – пасивна підгодівля (на годівницях для інших істот, включно з псами на прив'язі), зменшення кількості безпритульних псів, надто паркових зграй, які нищать все, що можна придушити (див.: Zagorodniuk 2025), протикліщові заходи

включно з адресними заходами для санації їжаків як живителів кліщів; облаштування в парках водопоїв, які могли би бути універсальними джерелами води для багатьох видів тварин.

Звісно, було би доцільно створювати і проводити регулярні санації схованок для їжаків. І тут важливу роль можуть відіграти різного роду міські «хатці» в паркових зонах, подібно до того, як «зелені» добилися створення некосимих газонів. Показова історія (і очевидно, що їжаку перепадає не тільки де спати, але й що їсти):

«У нашому дворі багатоповерхівки, що поблизу Совських озер, небайдужі мешканці зробили «хатинки» для пари-трійки котів, що давно тут мешкають. («Хатинки» нагадують споруди, які фермери зазвичай роблять для кролів.) Іноді хтось підсипає тим котам сухі котячі страви. [...] А нещодавно нарід з'ясував, що під тими котами оселився їжак. Я теж його бачив, коли нещодавно, вночі, виходив у двір із укриття.» (07.07.2025, В. Придатко, особ. повід.). Схожу історію з постійним (окрім зими, звісно) під'їданням їжаками у котів на одному з дачних селищ біля Процева повідомили й інші колеги, і подібних випадків багато.

Звісно, важливі й різні прояви турботи, через звернення до громадян та аншлаги в місцях концентрації колючих. Придорожні знаки «обережно, їжаки» біля паркових зон і обмеження швидкості врятували би не одне життя не тільки їжакам, оскільки очевидно, що наїзди на тварин створювали і створюють не одну аварійну ситуацію. Так само важливо знати про присутність цих тварин і десяткам тисяч господарів гаражів і приватного сектора. Важливим фактором існування їжаків є наявність водопоїв (рис. 10), які необхідні для багатьох видів хребетних. Водопої варто влаштовувати принаймні біля кожного бювету, яких в паркових зонах Києва є багато.



Рис. 10. Їжак на водопої на струмку у парку Нивки, скріншот з відео Т. Турейської, 17.05.2024.

Fig. 10. Hedgehog in watering place on a stream in Nyvky Park, screenshot from video by T. Tureiska, 17 May 2024

³ Серед пунктів ухвали: «Зобов'язати комунальні підприємства (...) не створювати навмисних перешкод для виконання котами функцій природної дератизації (...)»

5.3. Їжаки в ідеях охорони природи

Їжаки – тварини з надвисокими позитивними образами у всіх галузях фольклористики, культури і мистецтва. Всі знають про сотні казок і приказок з їжачками, всесвітнього визнання здобув «Їжачок в тумані», існує низка важливих дитячих творів з героями-їжачками, врешті, він є символом однієї з літер в українській абетці. Серед героїв фотоконкурсів їжак є найчастішим об'єктом уваги серед видів дикої фауни.

Їжаків обрано одним із перших 10 видів-символів на відзначення років звірят за версією Українського теріологічного товариства (Zagorodniuk et al. 2021). Форми активності в рамках таких років дуже різноманітні і можуть бути підібрані під можливості і задачі будь-якого соціуму і будь-якого рівня масштабування.

Один з найочевидніших, найпростіших і одночасно найуспішніших – проведення фотоконкурсів типу «їжак в об'єктиві». Подібну форму активності (поміж інших) успішно зреалізовано на 24 Теріологічній школі Українського теріологічного товариства 2017 р. в Одесі (рис. 11). Там в рамках акції «Ніч їжака» було проведено фотоконкурс (Barkaszi, Gaydash 2019), фото переможця якого прикрасило обкладинку тому 15 журналу товариства, «Праці Теріологічної школи», нині відомого як *Theriologia Ukrainica*.



Рис. 11. Інформаційна сторінка стенду зі світлинами, представленими на фотоконкурс з нагоди Року їжака в Україні (2017) в рамках акції «Ніч їжаків» на 24 Теріологічній школі (Одеса, 2017); організація конкурсу була силами авторів цієї статті за участі оргкомітету конференції. Переможцем конкурсу було фото, представлене тут на рис. 26.

Fig. 11. Information page of the display stand with photographs submitted to the photo contest on the occasion of the Year of the Hedgehog in Ukraine (2017) as part of the 'Night of Hedgehogs' campaign at the 24th Theriological School (Odesa, 2017); the competition was organised by the authors of this article with the participation of the conference organising committee. The winner of the competition was the photo shown here in Fig. 2b.

Серед інших дієвих форм активності – юннатські та студентські дослідницькі праці, пов'язані з вивченням біології та поведінки їжаків, їх адаптацій до урбаністичного середовища, заходів з підтримки та моніторингу популяцій.

Звісно, надзвичайно ефективними є будь-які форми реабілітації, як власними силами й засобами, так і в рамках діяльності різних центрів і клубів – при школах, зоопарках, будинках дитячої творчості тощо, зокрема й в еколого-натуралістичних центрах, станціях юних натуралістів, центрах у дитячої та юнацької творчості, малих академіях, відділах природи у краєзнавчих музеях. І одним з важливих PR-проектів є весняний випуск їжаків, що пройшли реабілітацію і зимівлю у штучних умовах, в міських парках.

5.4. Практика суспільних рухів

У Києві існує так звана «Перша приватна Їжарня», координатор якої (Кирил Талер) веде широку кампанію в соцмережах та в медіа. Маючи величезну кількість підписників (у Facebook – 16 тис.), він збирає надшироку оперативну інформацію про знахідки їжаченят-сиріт і поранених їжаків. Одержавши черговий аларм, він знаходить серед аматорів тих, до кого можна прилаштувати чергового знайду, а найскладніші ситуації бере під власний контроль.

Це неймовірно значимі рухи, які вимагають підтримки, зокрема й державної і грантової, вони не тільки допомагають рятуванню диких тварин, але й рятують людські душі, спрагли за допомогою диким тваринам, що потрапили в тенета людської цивілізації і потерпають від того. Це особлива і дуже дієва форма природничої просвіти. Це врешті вихід для нераціональних цивілізаційних проектів, які надмірно сфокусовані на допомозі безпритульним псам і котам, популяціям яких напевно нічого не загрожує.

Їжаки з урахуванням симпатій до них у пересічних громадян, потреб і можливостей для реабілітації особин, що вимагають турботи та низки інших особливостей, викладених у цій статті, дозволяють розглядати їх як один з важливих символів охорони природи у містах. Відповідно, усілякої підтримки заслуговує промоція таких ідей в суспільних природоохоронних рухах, медійних проектах, освіті й просвіті.

Висновки

1. Їжаки відносяться до неповних синантропів, чисельність яких відносно стабільна тільки поблизу центрів урбанізації, а не в них самих; сумарна київська популяція їжака білочеревого може розглядатися як відносно стабільна, проте в різних частинах міста їжаки або зникли, або суттєво зменшили чисельність.

2. Їжаки у містах мають особливий статус невразливості – через низьку чисельність природних хижаків і різноманіття сховищ антропогенного походження, часто з особливо сприятливими тепловими режимами; додатковими факторами

сприяння є неприродні джерела живлення (підго-
дівля безпритульних хижих, смітники).

3. Сума негативних факторів є надвеликою, як і їхні концентрації, тому відбувається постійне скорочення загальної популяції їжаків у межах центральних районів київського мегаполіса (надто його правобережної частини), хоча раніше їх там відмічали регулярно й часто; серед негативних факторів існування виду у місті, окрім катастрофічного стану з кормовою базою, – знищення потенційних зимових сховищ, загибель від автотранспорту і безпритульних псів.

4. Їжаки є одними з основних живителів пасовищних кліщів (*Ixodes*) і, отже, активними учасниками зоонозів зокрема й бореліозу; для локалізації й пригнічення вогнищ зоонозів і покращення добробуту їжаків необхідними є протикліщові заходи, включно з прямою санацією тварин, що мешкають в рекреаційних зонах.

5. Існує очевидна потреба у розвитку реабілітаційних ініціатив, що важливо як для виправлення ситуації з негативними впливами людської діяльності на цих синантропів, при тому за безпосередньої участі самих містян у таких заходах, що має значні дидактичні ефекти і може бути важливою частиною у розвитку досліджень синантропів; врешті, ще вкрай важливо для поширення природничих знань і загального зростання громадської участі у природоохоронних заходах.

6. Кожна активація уваги до їжаків може бути важливою складовою природоохоронних заходів

у містах і формування нової політики, з посиленням уваги до місцевих синантропів, на відміну від попереднього періоду турбот про чужорідні види ссавців, популяції яких по суті не вимагають підтримки, а увага стосується виключно етичних взаємодій.

7. Місто витісняє синантропів, а з тим і їжаків, через аменсальну природу взаємодій людини з дикою природою і те, що сучасні форми господарювання не залишають простору для синантропів, зоною добробуту яких є лише вузькі смуги міського простору між парковими і селітебними зонами; ситуація може змінилася тільки при формуванні нової політики сприяння аборигенним синантропам.

Подяки

Автори висловлюють подяку колегам, які повідомили важливі факти щодо знахідок та особливостей біології їжаків в умовах Києва, зокрема К. Гончаренку, О. Жук, О. Калиниченку, М. Клєстову, В. Новиченку, В. Осадчому, В. Придатку-Доліну, С. Тайковій, К. Талеру, Т. Турейській, А. Чурілову. Дякуємо Ю. Кузьмину та О. Сагач за консультації з паразитологічних питань. Наша подяка І. Скільському за корекції світлин і З. Баркасі за правки англomовних частин статті. Дякуємо колегам, які дали важливі зауваження у рецензіях та на полях рукопису, що сприяло його значному покращенню.

Декларація

Дослідження проведено протягом 2016–2025 рр. за власною ініціативою авторів.

ABELENTSEV, V.I., PIDOPLICHKO, I.G., POPOV, B.M. (1956) *General Characteristics of Mammals. Insectivores, Bats* [Zahalna kharakterystyka ssavtsiv. Komakhoyidni, Kazhany]. Acad. Sci. Ukr. RSR Press, Kyiv, 1–448. (Series: Fauna of Ukraine; Vol. 1: Mammals, Is. 1). (in Ukrainian)

ALFAIA, F., BAPTISTA, C. J., SÓS-KOROKNAI, V. (2024) Hedgehogs' parasitology: an updated review on diagnostic methods and treatment. *Parasitologia*, 4 (1), 82–90. <https://doi.org/10.3390/parasitologia4010007>

BARANAUSKAS, K., BALČIAUSKAS, L., MAŽEIKYTĖ, R. (2005) Vilnius city theriofauna. *Acta Zoologica Lituanica*, 15 (3), 228–238. <http://doi.org/10.1080/13921657.2005.10512616>

BARKASZI, Z., GAYDASH, O. (2019) Zoological collections: amassment, inventory, identification (report on the XXIV Theriological School) [Zoolohichni kolektsiyi: zbir, oblik, identyfikatsiya (zvit pro robotu XXIV Teriolohichnoyi shkoly-seminaru)]. *Theriologia Ukrainica*, 17, 119–125. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/pts2019.17.119>

BINKIENĖ, R., MILIŪTĖ, A., STUNŽENAS, V. (2019) Molecular data confirm the taxonomic position of *Hymenolepis erinacei* (Cyclophyllidea:

Hymenolepididae) and host switching, with notes on cestodes of Palearctic hedgehogs (Erinaceidae). *Journal of Helminthology*, 93 (2), 195–202. <https://doi.org/10.1017/S0022149X18000056>

CHARLEMAGNE, E.V. (1915). Mammals of the environs of Kyiv [Mlekopitayushchiye okrestnostey Kiyeva]. In: Artobolevsky, V.M. (Ed.). *Materials for the knowledge of the fauna of southwestern Russia. Volume I*. K.F. Kessler Ornithological Society, Kyiv, pp. 26–92. (in Russian)

CHARLEMAGNE, M. (1933) Materials for the mammal fauna of Kyiv region. Part 1. Mammals of the Koncha-Zaspa Nature Reserve and its district [Materialy po faune mlekopitayushchikh Kiyevskoy oblasti. Chast 1. Mlekopitayushchiye prirodnogo zapovednika Koncha-Zaspa i yego okrestnostey]. *Collection of Works of the Zoological Museum*, 12, 57–73. (in Ukrainian)

DMYTRUK, O.Y., OLISHEVSKA, Y.A., KUPACH, T.G., DEMIANENKO, S.O. (2010) Functional analysis of the green zone of Kyiv [Funktsional'nyy analiz zelenoyi zony Kyieva]. *Geography and Tourism*, 7, 106–112. (in Ukrainian)

DZIEMIAN, S., MICHALIK, J., ŁACIŃSKA, B.P., [et al.] (2014). Infestation of urban populations of the Northern

- white-breasted hedgehog, *Erinaceus roumanicus*, by *Ixodes* spp. ticks in Poland. *Medical and Veterinary Entomology*, 28 (4), 465–469. <https://doi.org/10.1111/mve.12065>
- EGYED, L., NAGY, D., LANG, Z. (2023) Features of engorgement of *Ixodes ricinus* ticks infesting the Northern white-breasted hedgehog in an urban park. *Microorganisms*, 11 (4), 881. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11040881>
- EVSTAFIEV, I., ZAGORODNIUK, I. (2025) Insectivorans (Lipothyphla) of Left-bank Ukraine and Crimea: analytical materials on fauna and ecology [Komakhoyidni (Lipothyphla) Livoberezhnoyi Ukrayiny ta Krymu: analitychni materialy po fauni ta ekolohiyi]. *Theriologia Ukrainica*, 29, 3–64. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.53452/TU2903>
- GAVRYS, G.G., TSVELYKH, O.M., KLESTOV, M.L. (2003) The current state of the vertebrate fauna of the regional landscape park ‘Golosiivsky’ and the problems of its protection [Suchasnyy stan fauny khrebetnykh rehional’noho landshaftnoho parku ‘Holosiivsky’ ta problemy yiyi okhorony]. *Nature Protection in Ukraine*, 9 (1), 34–38. (in Ukrainian)
- GODLEVSKA, E., VISHNEVSKIY, D., ATAMAS, N. (2008) Synanthropization of fauna: terminological questions [Sinantropizatsiya fauny: voprosy terminologii]. *Proceedings of the Theriological School*, 8, 6–13. (in Russian)
- GODLEVSKA, L. (2015) Results of the work of the Kyiv Bat contact-centre in 2012–2015 [Rezultaty roboty kyyivs’koho kontakt-tsentru z rukokrylykh u 2012–2015 rr.]. *Proceedings of the Theriological School*, 13, 11–19. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/ptt2015.13.011>
- HUBERT, P., JULLIARD, R., BIAGIANTI, S., POULLE, M.-L. (2011) Ecological factors driving the higher hedgehog (*Erinaceus europaeus*) density in an urban area compared to the adjacent rural area. *Landscape and Urban Planning*, 103 (1), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.05.010>
- IVANOVA, V.O. (2011) Current state and prospects of development of green areas of Kyiv [Suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku zelenykh zon Kyieva]. *Urban Planning and Spatial Planning*, 39, 189–194. (in Ukrainian)
- KUCHERYAVYI, V.P. (2001) *Urban Ecology [Miska ekolohiya]*. Svit, Lviv, 1–440. (in Ukrainian)
- KUZMENKO, M.I., ROMANENKO, V.D. (2005) Small rivers of Kyiv: ecological state and problems of restoration. *Hydrobiological Journal*, 41 (2), 3–17.
- LESNIK, O.M., HIRS, O.A. (2015) Analysis of providing the population of Kyiv with greenery [Analiz zabezpechennya naselennya Kyieva zelenymy nasadzhennyamy]. *Scientific Bulletin of the NUBiP. Series: Forestry and ornamental horticulture*, 216 (1), 15–21. (in Ukrainian)
- MASING, M. (1990). Distinguishing characteristics and distribution of hedgehogs in South Pärnumaa. *Eesti Loodus [Estonian Nature]*, 6, 355–359.
- MATVIEIEV, M., DREBET, M. (2022) The red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in natural and anthropogenic habitats of the Podilski Tovtry National Park [Vyvirka lisova (*Sciurus vulgaris*) u pryrodnykh ta antropohennykh biotopakh Natsionalnoho parku Podilski Tovtry]. *Theriologia Ukrainica*, 24, 120–130. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/TU2411>
- MELNYCHENKO, E.D., PANASENKO, N.A. (1979) On helminthofauna of certain insectivorous mammals of the Middle Dnipro area [Do helmintofauny deiaknykh komakhoidnykh ssavtsiv Serednoii Naddniprianshchyny]. *Vestnik Zoologii*, 5, 79–81. (in Russian)
- MISHTA, A.V. (2007) Mammals of Holosiivskyi forest and adjacent territories [Ssavtsi Holosiivskoho lisu ta prylehlykh terytorii]. In: Melnichuk, D.O. (Ed.). *Ecology of Holosiivskyi Forest*. Phoenix, Kyiv, 154–175. (in Ukrainian)
- OSADCHY, V. (2022) Observations of the fauna of Muromets Island (Kyiv, Dnipro floodplain) during 2001–2021 [Sposterezhennya za tvarynnym svitom ostrova Muromets (Kyiv, zaplava Dnipra) protiahom 2001–2021 rokiv]. *Novitates Theriologicae*, 13, 20–26. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.53452/nt1312>
- PARNIKOZA, I., ATAMAS, N., KOLINKO, V., [et al.]. (2020) *Kyiv Zapovidny. Areas of High Nature Conservation Potential in Kyiv and Its Neighbourhoods* [Kyyivskyy zapovidnyk. Terytoriyi z vysokym pryrodookhoronnym potentsialom u Kyievi ta yoho okolytsyakh]. KECC, Kyiv. (in Ukrainian)
- PARNIKOZA, I., ZAGORODNIUK, I. (2021) Mammals of the Dnipro floodplain in Kyiv: current state and changes for the last 100 years [Teriofauna zaplavy Dnipra u Kyievi: stan ta zminy za ostanni 100 rokiv]. *Theriologia Ukrainica*, 22, 21–48. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/TU2205>
- PARNIKOZA, I., ZAGORODNIUK, I. (2023) The mammal fauna of Lysa Hora in Kyiv: signs of protection and levels of synanthropisation [Teriofauna Lysoyi hory v Kyievi: oznaky zberezhenosti ta rivni synantropizatsiyi]. *Novitates Theriologicae*, 16, 32–43. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.53452/nt1607>
- PELIKAN, J., ZEJDA, J., HOMOLKA, M. (1983) Mammals in the urban agglomeration of Brno. *Acta Scientiarum Naturalium*, 17 (9), 1–49.
- PETRUSENKO, A.A., KOVAL, L.F., TIAGUNOV, A.S. (1993) *Trophic Relations of Hedgehog in Natural Ecosystems of Ukraine [Troficheskiye svyazi yezha v prirodnykh ekosistemakh Ukrainy]*. Ukrainian Academy of Sciences, Institute of Zoology. Kyiv, Preprint № 93.2. (in Ukrainian)
- REITBLAT, A. (1950) Mouse-like rodents of green plantations of Kyiv and their role in the urban economy [Myshevidnyye gryzuny zelenykh nasazhdeniy g. Kyieva i ikh rol v gorodskom khozyaystve]. *Proceedings of the Zoological Museum of Kyiv University*, 2, 97–102. (in Russian)
- SAVARIN, A. (2012) Can hybrids of *Erinaceus concolor roumanicus* x *Erinaceus concolor concolor* inhabit

- Belarus Polesye? [Mogut li v Belorusskom Poles'ye obitat' gibridy *Erinaceus concolor roumanicus* x *Erinaceus concolor concolor*?]. *Proceedings of the Theriological School*, 11, 33–40. (in Russian) <https://doi.org/10.15407/ptt2012.11.033>
- SCHÜTTE, K., SPRINGER, A., BRANDES, F., REUSCHEL, M., FEHR, M., KERN, A., STRUBE, CH. (2025) Endoparasites of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in Germany and their zoonotic potential: proposed *Capillaria ovoreticulata* genetically identified as *Capillaria putorii*. *Parasit Vectors*, 18, 214. <https://doi.org/10.1186/s13071-025-06858-0>
- SHAW, L.M., CHAMBERLAIN, D., EVANS, M. 2008. The house sparrow *Passer domesticus* in urban areas: reviewing a possible link between post-decline distribution and human socioeconomic status. *Journal of Ornithology*, 149, 293–299. <https://doi.org/10.1007/s10336-008-0285-y>
- TAUCHER, A.L., GLOOR, S., DIETRICH, A., GEIGER, M., HEGGLIN, D., BONTADINA, F. (2020). Decline in distribution and abundance: urban hedgehogs under pressure. *Animals*, 10 (9), 1606. <https://doi.org/10.3390/ani10091606>
- YALDEN, D.W. (1976) The food of the hedgehog in England. *Acta Theriologica*, 21 (30), 401–424. <https://doi.org/10.4098/at.arch.76-39>
- ZAGORODNIUK, I.V., MISHTA, A.V. (1995) On species identity of the *Erinaceus* hedgehogs of Ukraine and adjoining countries [O vidovoy prynadlezhnosti yezhey roda *Erinaceus* Ukrainy i prilezhashchikh stran]. *Vestnik zoologii*, 29 (2/3), 50–57. (in Russian)
- ZAGORODNIUK, I. (2006) Anthropogenic traps and survival of animals in transformed environment [Antropohenni pastky ta vyzhyvannya tvaryn u transformovanomu seredovyshchi]. *Tribune-12*. In: Boreiko, V.E. (Ed.). *Proceedings of 2nd International Conference for Wild Nature*. Lotos Press House, Kyiv, pp. 160–171. (in Ukrainian) <https://www.researchgate.net/publication/375796692>
- ZAGORODNIUK, I.V., EMELYANOV, I.G. (2012). Taxonomy and nomenclature of mammals of Ukraine [Taksonomiya ta nomenklatura ssavtsiv Ukrainy]. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 10, 5–30. (in Ukrainian)
- ZAGORODNIUK, I. (2003) Wild mammal fauna of the Kyiv city and its vicinities, and trends in its urbanization [Dyka teriofauna mista Kyieva ta yoho okolyts' i tendentsiyi yiyi urbanizatsiyi]. *Vestnik zoologii*, 37 (6), 29–38. (in Ukrainian)
- ZAGORODNIUK, I., OCHERETNA, K., KHARCHUK, S., KOROBCHENKO, M. (2021) Symbol species, days and years of animals in natural history events and museum activities [Vydy-symvoly, dni ta roky tvaryn u pryrodnavchyykh zakhodakh ta diyal'nosti muzeyiv]. *Geo&Bio*, 20, 135–159. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/gb2013>
- ZAGORODNIUK, I. (2023) A hedgehog from Luxembourg: the story of a specimen as evidence of migrations of museum collections between Kharkiv and Kyiv in the 1930s [Yizhak z Lyuksemburha: istoriya odnoho zrazka yak svidotstvo mihratsiy muzeynykh kolektsiy mizh Kharkovom ta Kyievom u 1930-kh rokakh]. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 40, 4–18. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2023-40-1>
- ZAGORODNIUK, I. (2025) Feral dogs (*Canis familiaris*) in the Holosiivskyi forest (Kyiv) [Dyki psy (*Canis familiaris*) Holosiyivs'koho lisu]. *Novitates Theriologicae*, 17, 107–118. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.53452/nt1720>
- ZORENKO, T., LEONTYEVA, T. (2003) Species diversity and distribution of mammals in Riga. *Acta Zoologica Lituanica*, 13 (1), 78–86. <https://doi.org/10.108p0/13921657.2003.10512547>

Дата першого надходження статті до видання: 21.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ВМІСТ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ ДЕКОРАТИВНИХ ЗЛАКІВ В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Ольга ЗУБРОВСЬКА

У роботі наведено результати досліджень рівня хлорофілів та каротиноїдів у листках декоративних злаків (*Festuca ovina* L., *Miscanthus sinensis* Anderss) в степовій зоні України у відповідь на посушливі умови зростання. Встановлено, що вміст основних фотосинтетичних пігментів у *F. ovina* і *M. sinensis* видоспецифічно змінювався протягом сезону, залежно від фази вегетації і погодних умов. Недостатній рівень зволоження суттєвіше впливав на кількість пігментів у листках обох видів, що підтверджується високими кореляційними коефіцієнтами, а сила зв'язку з часом міцнішала. Показано, що на початкових етапах онтогенезу концентрації хлорофілів *a* і *b* та загальних каротиноїдів у досліджуваних декоративних злаків були практично однаковими. Хоча *F. ovina* вважається досить посухостійкою рослиною, вона гостріше реагувала на довготривалу дію посухи протягом вегетаційного періоду, порівняно з *M. sinensis*, про що свідчило поступове відчутне зниження в її листках вмісту хлорофілів (від 1,3 раза у фазу масового цвітіння до 2,5 раза наприкінці вегетації) та каротиноїдів (у 1,1 та 1,3 раза менше, відносно початку вегетації), які витрачалися на нівелювання негативних наслідків від стресового впливу. У результаті, майже вдвічі знижувалося співвідношення хлорофіли/каротиноїди і порушувалася збалансованість між кількістю поглинутої пігментами світлової енергії та ефективністю її використання у фотосинтетичних реакціях. У рослин *M. sinensis* високі температури та недостатність зволоження у фазу масового цвітіння індукували запуск захисних реакцій у клітинах: незначне зростання рівня хлорофілів *a* і *b* та збільшення у 1,12 раза співвідношення хлорофіли/каротиноїди. Тоді як тривала дія хронічної посухи аж до фази завершення вегетації (з червня по жовтень 2024 р.) у виду спричиняла зниження у 1,4 раза кількості хлорофілів та в 1,3 раза показника співвідношення хлорофілів до каротиноїдів. Встановлене показало, що адаптивні реакції основних фотосинтетичних пігментів у листках *M. sinensis* проявлялися залежно від тривалості стресової дії абіотичних факторів, аж до появи симптомів окиснювального стресу.

Ключові слова: *Miscanthus*, *Festuca*, хлорофіли, каротиноїди, посуха.

Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України, вул. Ботанічна, 50, м. Кривий Ріг, 50089, Україна; e-mail: zubrovsk@ukr.net

Зубровська О.: <https://orcid.org/0000-0002-4173-2457>

Pigment content in the leaves of ornamental grasses in the steppe zone of Ukraine

Zubrovsk O.

The article presents the results of studies of the level of chlorophylls and carotenoids in the leaves of ornamental grasses (*Festuca ovina* L., *Miscanthus sinensis* Anderss) in the steppe zone of Ukraine in response to arid growth conditions. It was found that the content of photosynthetic pigments in *F. ovina* and *M. sinensis* varied species-specifically throughout the season, depending on the vegetation phase and weather conditions. The amount of pigments in the leaves of both species was significantly affected by insufficient moisture levels. This is confirmed by high correlation coefficients, and the strength of the relationship increased over time. It has been shown that at the beginning of ontogenesis, the concentrations of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids in the leaves of the studied ornamental grasses were similar. Compared to *M. sinensis*, *F. ovina* reacted more sharply to prolonged drought during the growing season. This was indicated by a significant decrease in the content of chlorophyll (from 1.3 times during the mass flowering phase and 2.5 times at the end of the growing season) and carotenoids (1.1 and 1.3 times less, relative to the beginning of the growing season) in its leaves, which were used to offset the negative effects of stress. As a result, the chlorophyll/carotenoid ratio was reduced by almost half, and the balance between the amount of light energy absorbed by pigments and its efficient use in photosynthetic reactions was disrupted. In *M. sinensis* plants, high temperatures and insufficient moisture during the mass flowering phase induced the onset of protective reactions in cells: a slight increase in chlorophyll *a* and *b* levels and a 1.12 times increase in the chlorophyll/carotenoid ratio. The prolonged effect of chronic drought until the end of the growing season (from June to October 2024) caused a 1.4 times decrease in chlorophyll content and a 1.3 times decrease in the chlorophyll/carotenoid ratio. The results showed that the adaptive responses of the main photosynthetic pigments in *M. sinensis* leaves depended on the duration of stress caused by abiotic factors, up to the appearance of oxidative stress symptoms.

Key words: *Miscanthus*, *Festuca*, chlorophylls, carotenoids, drought.

Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, St. Botanichna, 50, Kryvyi Rih, 50089, Ukraine; e-mail: zubrovsk@ukr.net Zubrovsk O.: <https://orcid.org/0000-0002-4173-2457>

Вступ

Використання в озелененні нових видів багаторічних трав'янистих рослин, особливо у так званих «природних садах», в умовах постійної зміни клімату та антропогенного впливу у великих містах має потенціал не лише для зменшення ефекту міського теплового острова чи очищення повітря, а й сприяє біорізноманіттю та покращенню довкілля. Проте, для введення у культуру природних видів необхідно вивчити їх адаптивну здатність до комбінованої дії стресорів. Тепло, забруднення середовища, коливання вологості ґрунту, недостатнє або надмірне освітлення місцезростання тощо разом негативно впливають на рослинність, посилюючи стресову дію один одного (Krzyzak et al. 2023; Mircea et al. 2023). Зростаюча частота та інтенсивність посушливих періодів у степовій зоні України є серйозною загрозою для довкілля. Саме тому впровадження стресостійких видів і сортів рослин стають все більш актуальними в усіх галузях садівництва, у тому числі й у квітникарстві. Попередньо проведені нами дослідження (Churylyak et al. 2022; Zubrovska 2023; 2024) дозволяють стверджувати, що використання окремих видів декоративних злаків зможе розширити асортимент рослин для озеленення великих міст в умовах постійної зміни клімату.

Одним з головних стресорів, які обмежують ріст та розвиток рослин у міських насадженнях і викликають в них серію фізіологічних, морфологічних, біохімічних і молекулярних змін, вважається сумісна дія посухи й надмірних температур

(Ferrante et al. 2021). В останні десятиріччя значно збільшилося вивчення реакцій-відповідей квітниково-декоративних рослин на посуху та механізмів, які лежать в їх основі (Lima et al. 2022; Jędrzejuk et al. 2024). В першу чергу, у рослин зневоднюються клітини і посилено утворюються активні форми кисню, порушується дихання, транспірація, фотосинтез, синтез хлорофілу, знижується ріст і відбуваються зміни морфології (Karoor et al. 2020). Загальновідомо, що жоден з асиміляційних процесів у рослині неможливий без участі фотосинтетичних пігментів, а хлорофіл є одним з основних компонентів, задіяних у роботі фотосистем хлоропластів, від вмісту якого залежить швидкість фотосинтезу і продуктивність рослинного організму (Sharma et al. 2020). Загальна кількість хлорофілів у листках рослин є чутливим рослинним маркером на дію абіотичних стресорів (Karimpour 2019), а її зменшення у посушливих умовах зростання вважається типовим симптомом окиснювального стресу внаслідок деградації пігментів (Wach, Skowron 2022). Саме тому мета нашої роботи – дослідити сезонні зміни вмісту пігментів фотосинтезу у листках *Miscanthus sinensis* Anderss. і *Festuca ovina* L. в умовах степової зони України.

Матеріали та методи

Дослідження проводили протягом 2024 року – найбільш посушливого за останні 10 років (Meteopost 2025). Він відрізнявся досить складними метеорологічними умовами (Рис. 1): нестачею вологи у повітрі і ґрунті, аномально високими літніми (до $+38^{\circ}\text{C}$) та осінніми (до

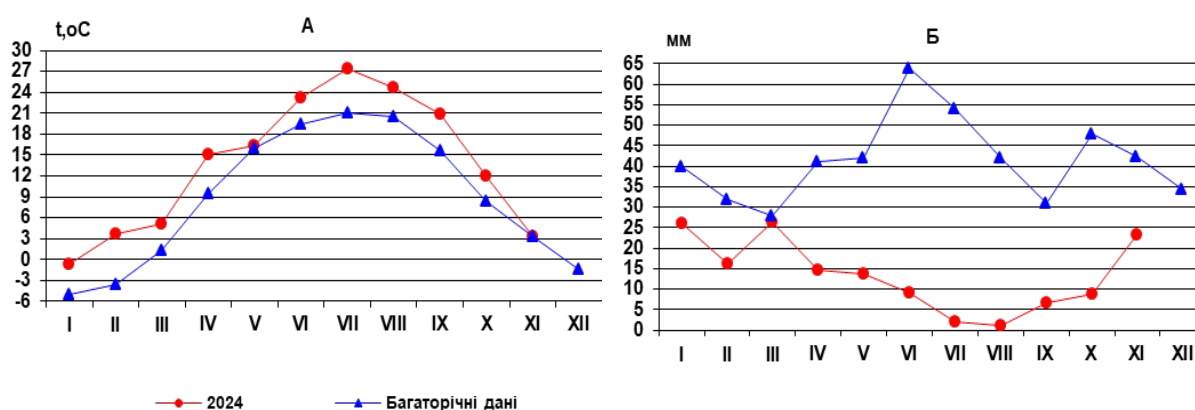


Рис. 1. Метеорологічні умови 2024 року (за даними метеостанції КБС НАН України): А – середньомісячна температура повітря, Б – середньомісячна сума опадів; багаторічні дані наведено згідно архіву погоди (Meteopost 2025).

Fig. 1. Meteorological conditions in 2024 (according to data from the KBS NAS of Ukraine weather station): A – average monthly air temperature, B – average monthly precipitation; long-term data are provided according to the weather archive (Meteopost 2025).

+33,2⁰С у вересні) температурами. Як наслідок, на життєздатність рослин впливала як атмосферна, так і ґрунтова посуха (сухість повітря, надмірні температури, суховії та сильне зменшення доступної для рослин гравітаційної вологи у ґрунті).

Об'єктами дослідження були *Miscanthus sinensis* Anderss. і *Festuca ovina* L. інтродуковані в Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України (КБС НАН України). Відбір рослинного матеріалу (листіків) здійснювали у фази початку весняного відростання (ІІ декада травня), масового цвітіння (ІІ декада червня і ІІІ декада серпня для *F. ovina* і *M. sinensis* відповідно) і завершення вегетації (І декада жовтня). На всіх етапах у листках обох видів визначали вміст хлорофілів та каротиноїдів згідно Wellburn (1994). Концентрації пігментів розраховували за наступними формулами:

$$C_a = 12,19 \times A_{665} - 3,45 \times A_{649}$$

$$C_b = 21,99 \times A_{649} - 5,32 \times A_{665}$$

$$C_{\text{кар}} = (1000 \times A_{480} - 2,14 \times C_a - 70,16 \times C_b) / 200,$$

де C – концентрація пігментів, мг/г сирої речовини; A – оптична густина розчину при відповідній довжині хвилі.

Статистичну обробку даних і ступінь залежності досліджуваних параметрів (кореляцію) проводили за методами параметричної варіаційної статистики при 95% рівні значущості ($P \leq 0,05$) згідно Yehorshyn, Lisovyy (2005), використовуючи пакет програм Microsoft Office Excel.

Таблиця 1. Вміст пігментів у листках декоративних злаків протягом сезону в умовах Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України (2024 р).

Table 1. Pigment content in the leaves of ornamental grasses throughout the season at the Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (2024).

Фаза розвитку	Вміст пігментів, мг/г сирої речовини								
	Chl a			Chl b			Car		
	M±m	% до контр.	T _{st}	M±m	% до контр.	T _{st}	M±m	% до контр.	T _{st}
<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.									
B	2,04±0,005	—	—	1,00±0,018	—	—	0,64±0,001	—	—
Ц _м	2,13±0,039	104,7	2,4	1,15±0,047	115,0	63,3	0,61±0,007	94,8	4,7
B ₂	1,46±0,018	71,5	31,0	0,68±0,014	68,0	89,7	0,59±0,008	91,3	6,9
<i>Festuca ovina</i> L.									
B	2,09±0,010	—	—	0,97±0,016	—	—	0,53±0,006	—	—
Ц _м	1,66±0,032	79,4	13,0	0,78±0,026	80,4	39,0	0,48±0,006	90,6	20,7
B ₂	0,90±0,006	43,2	102,6	0,33±0,004	34,0	43,3	0,40±0,003	75,5	38,3

Примітка: B – фаза весняного відростання (ІІІ декада травня); Ц_м – фаза масового цвітіння (ІІ декада червня (*F. ovina*) та ІІІ декада серпня (*M. sinensis*)); B₂ – фаза завершення вегетації (І декада жовтня); розбіжності достовірні відносно контролю за критерієм Стюдента при $c < 0,05$.

Note: B – spring regrowth phase (III decade of May); Ц_м – mass flowering phase (II decade of June (*F. ovina*) and III decade of August (*M. sinensis*)); B₂ – phase of vegetation termination (I decade of October); differences are significant according to Student's criterion at $c < 0.05$.

Результати

Вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках досліджуваних декоративних злаків видоспецифічно змінювався протягом сезону, на що впливали як фаза їх онтогенезу, так і погодні умови. Відзначимо, що на початкових етапах вегетації концентрації хлорофілів *a* і *b* (Chl *a* і Chl *b*) та загальних каротиноїдів (Car) як у *M. sinensis*, так і у *F. ovina* були практично однаковими (Табл. 1). У фазу масового цвітіння у листках *M. sinensis* рівні Chl *a* і Chl *b* несуттєво зростали у 1,05 і 1,15 раза відповідно. Натомість, у рослин *F. ovina* концентрації обох форм хлорофілу навпаки знижувалися у 1,2-1,3 раза відносно весняних показників, причому, в більшій мірі скорочувався рівень Chl *a* (Табл. 1). Біосинтез каротиноїдів у *M. sinensis* і *F. ovina* на даному етапі вегетації пригнічувався на 5-10 %.

З подальшим сезонним розвитком у обох видів декоративних злаків стресова дія хронічної посухи посилювала процеси деградації фотосинтетичних пігментів. Так, у листках *M. sinensis* вміст хлорофілів знизився у 1,5 раза, а каротиноїдів – у 1,1 раза відносно початкових етапів морфогенезу (Табл. 1). Рослини *F. ovina* більш гостро реагували на нестачу вологи у ґрунті та екстремально високі температури восени (середньомісячний показник +20,9⁰С). Рівень хлорофілу *a* у виду скоротився у 2,3 раза, хлорофілу *b* – у 3 раза, а каро-

тиноїдів – у 1,3 раза, порівняно з фазою весняного відростання.

Важливим показником збалансованості фотосинтетичного процесу є співвідношення форм хлорофілу. Нашими дослідженнями показано, що у фазу масового цвітіння як у *M. sinensis*, так і у *F. ovina* співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* (Chl *a*/Chl *b*) знижувалося у 1,05-1,10 раза відносно початку сезонного розвитку (рис. 2), і коливалося у межах 1,85-2,1. Тоді як наприкінці онтогенезу цей показник, порівняно з попередніми етапами дослідження, зростав: у 1,06 раза для рослин *M. sinensis* та в 1,3 раза для *F. ovina*, що вказує на зменшення у загальному вмісті хлорофілів частки хлорофілу *b*.

Співвідношення хлорофіли/каротиноїди (У Chl/У Car) вважають показником збалансованості між кількістю поглинутої пігментами світлової енергії та ефективністю її використання

у фотосинтетичних реакціях, а зменшення цього співвідношення за дії стресору вказує на порушення такого балансу (Hric et al. 2018). Так, у листках *M. sinensis* у фазу масового цвітіння індекс У Chl/У Car зростав у 1,13 раза відносно весняних показників (див. рис. 2). Натомість, тривала дія хронічної посухи аж до завершення вегетації (максимальні температури восени сягали +33,2°C, а сума опадів не перевищувала 8,8 мм) спричиняла зниження даного індексу у 1,3 раза. У рослин *F. ovina* вже на етапі масового цвітіння співвідношення У Chl/У Car зменшувалося у 1,2 раза, а у період завершення вегетації – майже вдвічі.

Для визначення сили впливу екологічних чинників середовища, в якому проходить розвиток рослина, був проведений корелятивний аналіз залежності вмісту фотосинтетичних пігментів у листках декоративних злаків від кількості опадів та температури повітря (Табл. 2,

Таблиця 2. Дані кореляційного аналізу між сумою опадів і вмістом пігментів у листках окремих видів декоративних злаків (2024 р.)

Table 2. Correlation analysis data between precipitation and pigment content in the leaves of ornamental grass species (2024)

Етап дослідження (сума опадів/міс.)	Хл а r±m _r	Хл b r±m _r	Сума каротиноїдів r±m _r
<i>Miskantus sinensis</i> Anderss.			
III декада травня (13,6 мм)	0,83*±0,11	0,78*±0,12	0,99*±0,02
III декада серпня (1,2 мм)	0,82*±0,12	0,74*±0,13	0,72*±0,14
I декада жовтня (8,8 мм)	0,97*±0,05	0,83*±0,11	0,91*±0,09
<i>Festuca ovina</i> L.			
III декада травня (13,6 мм)	0,46*±0,18	0,35*±0,13	0,37*±0,15
II декада червня (9,0 мм)	0,73*±0,14	0,80*±0,12	0,76*±0,19
I декада жовтня (8,8 мм)	1,00*±0,02	0,85*±0,11	0,98*±0,04

Примітка: тут і в табл. 3 r – кореляційний коефіцієнт: r >= ±0,3 – сила зв'язку слабка, r = (0,5-0,6) – середня, r >= 0,7 – сильна; * – розбіжності достовірні відносно контролю за критерієм Стьюдента при c<0,05.

Note: here and Table 3, r – correlation coefficient: r >= ±0.3 – weak correlation, r = (0.5-0.6) – medium correlation, r >= 0.7 – high correlation; * – differences are significant according to Student's criterion at c<0.05.

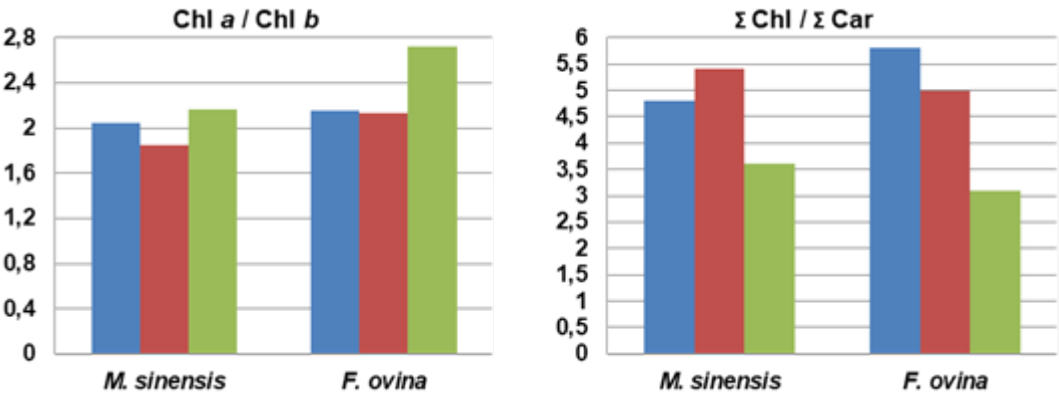


Рис. 2. Співвідношення різних форм пігментів у листках декоративних злаків протягом їх сезонного розвитку в Криворізькому ботанічному саду Національної академії наук України (2024 р.): В – фаза весняного відростання (III декада травня); Ц_м – фаза масового цвітіння (II декада червня (*F. ovina*) та III декада серпня (*M. sinensis*)); В₂ – фаза завершення вегетації (I декада жовтня).

Fig. 2. Ratio of different pigment forms in the leaves of ornamental grasses during their seasonal development in the Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (2024): B – spring regrowth phase (III decade of May); Ц_м – mass flowering phase (II decade of June (*F. ovina*) and III decade of August (*M. sinensis*)); В₂ – phase of vegetation termination (I decade of October).

Таблиця 3. Дані кореляційного аналізу між температурою повітря і пігментами у листках окремих видів декоративних злаків (2024 р.).

Table 3. Correlation analysis data between air temperature and pigments in the leaves of ornamental grass species (2024).

Етап дослідження (середньомісячна t°C)	Хл а	Хл b	Сума каротиноїдів
	r±m _r	r±m _r	r±m _r
<i>Miskantus sinensis</i> Anderss.			
III декада травня (+16,4°C)	0,83*±0,11	0,63*±0,10	0,40*±0,18
III декада серпня (+24,6°C)	-0,83*±0,11	-0,93*±0,07	-0,99*±0,02
I декада жовтня (+20,9°C)	-0,56*±0,10	-0,58*±0,16	-0,57*±0,09
<i>Festuca ovina</i> L.			
III декада травня (+16,4°C)	0,72*±0,14	0,98*±0,04	0,30*±0,09
II декада червня (+23,2°C)	-0,48*±0,18	-0,62*±0,16	-0,40*±0,08
I декада жовтня (+20,9°C)	-0,43*±0,18	-0,50*±0,15	-0,45*±0,18

3). Отримані результати свідчили про наявність як прямої (опадів), так і оберненої (температура) кореляційної залежності між кліматичними умовами та рівнем хлорофілів і загальних каротиноїдів. Причому, в більшій мірі на кількість пігментів фотосинтезу у листка обох видів злаків протягом сезону впливав недостатній рівень зволоження, а сила зв'язку міцнішала з часом, що підтверджується високими кореляційними коефіцієнтами від $r=0,7$ до $r=1,00$. Тобто, чим меншою була сума опадів у відповідний етап онтогенетичного розвитку, тим нижчий вміст пігментів фіксувався в асиміляційних органах як *M. sinensis*, так і *F. ovina*.

Високі температури також досить сильно впливали на рівень хлорофілів і каротиноїдів у листках досліджуваних видів, проте сила кореляційного зв'язку була слабшою, порівняно з такою для зволоження (Табл. 3).

Відмітимо, що у рослин *M. sinensis* ступінь сполученості пігментів (особливо хлорофілу *b* і каротиноїдів) із температурним фактором протягом сезону в умовах КБС НАН України був достатньо високий ($r = -0,83 - -0,99$) і з часом дещо знижувався ($r = -0,56 - -0,58$). Тоді як для *F. ovina*, практично на всіх етапах онтогенезу сила кореляційного зв'язку між температурою повітря і пігментами у листках була слабкою або середньою ($r = -0,40 - -0,62$).

Обговорення

В екстремальних умовах зростання адаптивні стратегії рослин, першочергово, пов'язані з модифікаціями фотосинтетичних структур, які регулюють водний статус і фізіологічні функції зменшення провідності продихів, листової поверхні, кількісними і якісними змінами основних фотосинтетичних пігментів тощо (Hatfield et al. 2011; Sharma et al. 2020). Завдяки таким механізмам рослини більшості злаків адаптуються до дефі-

циту вологи, наприклад, згортаючи листки вздовж так, щоб продиховий їх бік опинявся всередині трубки (Giordano et al. 2021). Асиміляційна діяльність рослин є первинним метаболічним процесом і, безумовно, вміст і стан пігментів визначає не лише розвиток і активність фотосинтезу, але й протікання інших ферментативних реакцій, тобто характеризує продуктивність, життєздатність і стійкість рослин. Вивчення особливостей змін вмісту основних фотосинтетичних пігментів у листках рослин з різною толерантністю має велике значення для з'ясування механізмів пристосування до умов існування.

Так, встановлене нами незначне зростання рівнів обох форм хлорофілу у рослин *M. sinensis* у фазу масового цвітіння властиве для більшості рослин, так як саме на цьому етапі розвитку кількість фотосинтетичних пігментів у листках зазвичай збільшується (Al Hassan et al. 2022). Проте, ми вважаємо, що підтримка рослиною вмісту хлорофілів на постійному рівні може вказувати на прояв посухостійкості, адже цвітіння виду припало на посушливий період (максимальні температури повітря сягали +36,4°C, а середньомісячна сума опадів не перевищувала 1,2 мм). Зауважимо, що міскантуси мають високий адаптивний потенціал, насамперед через їх здатність до C_4 фотосинтезу та низький вміст лігніну в клітинній стінці (Malinowska et al. 2020).

На відміну від попереднього виду, зниження концентрації обох хлорофілів у листках *F. ovina* під час цвітіння, вочевидь, обумовлено їх деградацією внаслідок окиснювального стресу, викликаного посушливими погодними умовами. Зменшення вмісту хлорофілу *a*, можна пояснити інгібуванням кількох етапів утворення порфірину та скороченням кількості пігмент-зв'язуючих білків (Abdelkader et al. 2007). Тоді як зниження рівня хлорофілу *b*, ймовірно, пов'язано зі зменшенням

кількості та розмірів світлозбираючих комплексів, до яких він входить, як було показано у рослин роду *Carlina* L. за дії високих температур та надлишку інсоляції (Kravets et al. 2019). Така реакція *F. ovina* на високі температури повітря та нестачу вологи у ґрунті, зумовлюється неглибокою кореневою системою.

Довготривалі посушливі умови зростання до кінця вегетаційного сезону у обох видів декоративних злаків пригнічували біосинтез пігментів та посилювали їх деградацію. А оскільки концентрація хлорофілів вважається основним визначальним фактором фотосинтетичної здатності (Kedruk et al. 2024), встановлене нами зниження вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках *M. sinensis* можна оцінити як захисну роль цих пігментів у запобіганні фотоінгібуванню та фотопошкодженню, а також у покращенні ефективності фотосистеми II. Схожа тенденція для рослин виду показана у роботі Jańczak-Pieniążek (2024) в умовах засолення ґрунтів. Натомість, значне зниження рівня хлорофілів у *F. ovina* внаслідок тривалої дії хронічної посухи, вочевидь, відбувалося внаслідок порушення механізму нефотохімічного гасіння хлорофілу (Kumari et al. 2021) і пошкодження фотосинтетичного апарату активними формами кисню. Тобто, рослини виду були значно пригнічені і не могли підтримувати ефективність фотосинтезу на оптимальному рівні.

Важливу роль у фотосинтезі рослин відіграють і каротиноїди, які не лише постачають додаткову світлову енергію до реакційних центрів фотосистем I і II, але й захищають хлорофіли від деструктивної дії світла і кисню (Lima et al. 2022). У більшості випадків каротиноїди менш чутливі до водного стресу, ніж хлорофіли (Ferrante et al. 2021), проте експериментами Rositska (2011) показано інгібуючий вплив водного дефіциту на біосинтез каротиноїдів, що узгоджується з отриманими нами даними для рослин *M. sinensis* і *F. ovina*. Очевидно, що використання каротиноїдів у захисті фотосистем досліджуваних видів у посушливих умовах інтродукції переважало над їх синтезом у клітинах. Однак, можливо, такі зміни вмісту навпаки вказують на акліматизацію рослин в стресових умовах, як зазначають D.P. Lima зі співавторами (2022).

Хлорофіл *a* пов'язаний з реакційними центрами фотосистеми I, а хлорофіл *b* – зі світлозбираючим комплексом фотосистеми II (Stasik et al. 2021). Їх співвідношення відповідає за оптимальне функціонування процесів фотосинтезу і адаптаційну спроможність рослинного організму до факторів довкілля. Зазвичай посуховий стрес призводить до зменшення частки хло-

рофілу *a*, але збільшує кількість хлорофілу *b*, а зниження співвідношення хлорофілів першочергово відбувається у чутливих до дефіциту вологи видів (Karimpour 2019). Встановлене нами зростання Chl *a*/Chl *b*, вочевидь, є адаптаційною реакцією на стресові умови в середовищі зростання та свідчить про посухостійкість обох видів злаків, і добре узгоджується з даними інших дослідників (Kumari et al. 2021, Al Hassan et al 2022).

Відомо, що чим меншим є співвідношення хлорофілів до каротиноїдів, тим у більш стресових умовах перебуває рослина, адже вміст каротиноїдів знаходиться у прямій кореляційній залежності від гормону стресу (Kravets et al. 2019). Індекси Y_{Chl}/Y_{Car} у досліджуваних видів свідчили, що температурний фактор та недостатність зволоження у фазу масового цвітіння призводили до запуску захисних реакцій у листках *M. sinensis*, за рахунок зміщення рівноваги у бік інтенсивнішого синтезу хлорофілів. Однак, тривала дія посухи аж до завершення сезонного розвитку у даного виду спричиняла посилення фотоокиснення і деградацію хлорофілів *a* і *b*. Посушливі умови зростання 2024 року в КБС НАН України для рослин *F. ovina* виявилися більш екстремальними, ніж для *M. sinensis*. Схоже, що за дефіциту вологи *F. ovina* не могла підтримувати ефективне функціонування фотосинтетичних пігментів, що, насамперед, залежало від значного порушення механізму нефотохімічного гасіння хлорофілу внаслідок дії активних форм кисню і відображалося у зниженні показників Y_{Chl}/Y_{Car} .

Висновки

Отже, залежно від погодних умов протягом сезону та фази онтогенезу в умовах інтродукції нами встановлено видоспецифічні зміни вмісту основних фотосинтетичних пігментів у листках *M. sinensis* та *F. ovina*. У фазу весняного відростання (кінець травня) сума хлорофілів досягала 3,06 мг/г сирової речовини. З подальшим сезонним розвитком обох видів стресова дія хронічної посухи посилювала процеси деградації пігментів: відносно початкових етапів морфогенезу у листках *M. sinensis* сума хлорофілів під час цвітіння збільшувалася у 1,07 раза, наприкінці вегетації зменшувалася у 1,4 раза, тоді як у *F. ovina* сума хлорофілів у відповідні фази розвитку зменшувалася у 1,3 та 2,5 раза. Як у *M. sinensis*, так і *F. ovina* співвідношення Chl *a*/Chl *b* до завершення вегетаційного сезону зростало в 1,06-1,3 раза та свідчило про зменшення у загальному вмісті частки

хлорофілу *b*. Встановлено, що співвідношення $U\ Chl/U\ Car$ наприкінці сезонного розвитку у листках *M. sinensis* знижувалося в 1,3 раза, тоді як у *F. ovina* – майже вдвічі, тобто відбувалося збільшення частки захисних пігментів – каротиноїдів.

Протягом вегетації *F. ovina* і *M. sinensis* виявляли різні рівні й напрямок кореляційної залежності вмісту хлорофілів і каротиноїдів від суми опадів та температури повітря. Для обох видів визначено пряму міцну кореляцію між сумою опадів та вмістом пігментів ($r = +0,7 - +1,0$). Температура повітря у травні позитивно корелю-

вала з вмістом зелених пігментів у злакових рослин, але за посилення посухи у *M. sinensis* визначена міцна обернена кореляція ($r =$ від $-0,83$ до $-0,99$), а у *F. ovina* – обернена слабка або середня ($r =$ від $-0,40$ до $-0,62$).

Отримані результати впливу сезонних кліматичних умов на пігментний фонд у листках декоративних злаків свідчать про широкі адаптаційні можливості фотосинтетичного апарату видів та підтверджують різну чутливість прихованих і видимих ознак порушень до негативного впливу чинників довкілля.

- ABDELKADER, A.F., ARONSSON, H., SUNDQVIST, C. (2007) High salt stress in wheat leaves causes retardation of chlorophyll accumulation due to a limited rate of protochlorophyllide formation. *Physiology Plant*, 130, 157–166.
- AL HASSAN, M., VAN DER CRUIJSEN, K., DEES, D., DOLSTRA, O., TRINDADE, L.M. (2022) Investigating applied drought in *Miscanthus sinensis*; sensitivity, response mechanisms, and subsequent recovery. *GCB Bioenergy*, 4, 756–775. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12941>
- CHYPYLYAK, T.F., ZUBROVSKA, O.M., SHOL, H.N. (2022) *Roslyny v urbotekhnohennomu seredovyshchi stepovoyi zony Ukrainy* [Plants in the urban-technogenic environment of the steppe zone of Ukraine]. Talcom, Kyiv (in Ukrainian).
- FERRANTE, A., TOSCANO, S., ROMANO, D., VAGGE, I. (2021) Physiological and morpho-anatomical traits used as markers for the selection of drought tolerance of ornamental plants. *Acta Horticulturae*, 1331, 253–260. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1331.34>
- GIORDANO, M., PETROPOULOS, S.A., CIRILLO, C., ROUPHAEL Y. (2021) Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Ornamental Plants Adaptation to Deficit Irrigation. *Horticulturae*, 7, 107. <https://doi.org/10.3390/horticulturae 7050107>
- HATFIELD, J.L., BOOTE, K.J., KIMBALL, B.A., ZISKA, L.H., IZAURRALDE, R.C., ORT, D., THOMSON, A.M., WOLFE, D. (2011) Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal*, 103, 351–370. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0303>
- HRIC, P., VOZÁR, L., KOVÁR, P. (2018) The changes of the assimilation pigments content of turf *Festuca* spp. leaves after application of different nutrition forms. *Acta fytothecnica et Zootechnica*, 21(1), 6–10. <https://doi.org/10.15414/afz.2018.21.01.06-10>
- JAŃCZAK-PIENIAŻEK, M., PIKULA, W., PAWLAK, R., DRYGAŚ, B., SZPUNAR-KROK, E. (2024) Physiological Response of *Miscanthus sinensis* (Anderss.) to Biostimulants. *Agriculture*, 14, 33. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010033>
- JĘDRZEJUK, A., CHYLICKI, F., FORNAL-PIENIAK, B. (2024) *Festuca ovina* L. as a Monitor Plant Species of Traffic Air Along the Highway in of the City of Warsaw (Poland). *Agriculture*, 14, 1750. <https://doi.org/10.3390/agriculture140101750>
- KAPOOR, D., BHARDWAJ, S., LANDI, M., SHARMA, A., RAMAKRISHNAN, M., SHARMA, A. (2020) The impact of drought in plant metabolism: how to exploit tolerance mechanisms to increase crop production. *Applied Sciences*, 10(16), 5692. <https://doi.org/10.3390/app10165692>
- KARIMPOUR, M. (2019) Effect of drought stress on RWC and chlorophyll content on wheat (*Triticum durum* L.) genotypes. *World Essays Journal*, 7, 52–56.
- KEDRUK, A.S., KIRIZIY, D.A., STASIK, O.O., SOKOLOVSKA-SERGIENKO, O.G., TARASIUK, M.V. (2024) Effects of drought on photosynthetic induction in leaves of different wheat genotypes under dark-to-light transition. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(3), 504–513. <https://doi.org/10.15421/022471>
- KRAVETS, N.B., HRYTSAK, L.R., PROKOP'YAK, M.Z., MAYOROVA, O.Yu., DROBYK, N.M. (2019) Vmist fotosyntetychnykh pihmentiv u roslynakh rodu *Carlina* L. u pryrodi ta kulturi *in vitro* [The content of photosynthetic pigments in *Carlina* L. plants in nature and *in vitro* culture]. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 4(78), 16–23. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.25128/2078-2357.19.4.3>
- KRZYŻAK, J., RUSINOWSKI, S., SITKO, K., SZADABORZYSZKOWSKA, A., BORGULAT, J., STEC, R., HANSLIN, H.M., POGRZEBA, M. (2023) The Effect of Combined Drought and Temperature Stress on the Physiological Status of Calcareous Grassland Species as Potential Candidates for Urban Green Infrastructure. *Plants*, 12, 2003. <https://doi.org/10.3390/plants12102003>
- KUMARI, A., SOOD, V.K., ARORA, A. (2021) Effect of drought stress on physio-biochemical

- parameters in *Festuca* and *Lolium* genotypes. *Annals of Phytomedicine*, 10(2), 494–501. <https://doi.org/10.21276/ap.2021.10.2.65>
- LIMA, D. de P., DELLA TORRE, F., CORDEIRO, B. R., SCOTTI, M. R., FRANÇA, M. G. C. (2022) Shade induces contrasting light photosynthetic performance between Signal and Guinea Grasses. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 44, e53561. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.53561>
- MALINOWSKA, M., DONNISON, I., ROBSON, P. (2020) Morphological and physiological traits that explain yield response to drought stress in *Miscanthus*. *Agronomy*, 10, 1194. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081194>
- METEOPOST. Weather archive: Kryvyi Rih airport (2025) Available from: <https://meteopost.com/weather/archive/> (accessed 27.07.2025).
- MIRCEA, D.M., CALONE, R., SHAKYA, R., ZUZUNAGAROSAS, J., SESTRAS, R.E., BOSCAIU, M., SESTRAS, A.F., VICENTE, O. (2023) Evaluation of Drought Responses in Two *Tropaeolum* Species Used in Landscaping through Morphological and Biochemical Markers. *Life*, 13, 960. <https://doi.org/10.3390/life13040960>
- ROSITSKA, N.V. (2011) Fizioloho-biokhimichni aspekty formuvannya stiykosti *Pinus sylvestris* L. do diyi posukhy [Physiological and biochemical aspects of the formation of resistance of *Pinus sylvestris* L. to drought]. *Scientific Issue Ternopil National Pedagogical University. Series: Biology*, 2(47), 112–115. (in Ukrainian)
- SHARMA, A., KUMAR, V., SHAHZAD, B., RAMAKRISHNAN, M., SIDHU, G.P.S., BALI, A.S., HANDA, N., KAPOOR, D., YADAV, P., KHANNA, K., BAKSHI, P., REHMAN, A., KOHLI, S.K., KHAN, E.A., PARIHAR, R.D., YUAN, H., THUKRAL, A.K., BHARDWAJ, R., ZHENG, B. (2020) Photosynthetic response of plants under different abiotic stresses: a review. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39(2), 509–531. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10018-x>
- STASIK, O.O., KIRIZIY, D.A., PRIADKINA, G.O. (2021) Fotosynteza i produktyvnist': osnovni naukovy dosyahnennya ta innovatsiyni rozrobky [Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments]. *Fiziolohiya roslyn i henetyka*, 53(2), 160–184. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>
- WACH, D., SKOWRON, P. (2022) An overview of plant responses to the drought stress at morphological, physiological and biochemical levels. *Polish Journal of Agronomy*, 50, 25–34. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.435.2022.04>
- WELLBURN, A.R. (1994) The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal Plant Physiology*, 144, 307–313.
- YEHORSHYN, O.O., LISOVYY, M.V. (2005). *Matematychnye planuvannya pol'ovykh doslidiv ta statystychna obrobka eksperymental'nykh danykh*. Vydavnytvo Instytutu hruntoznavstva ta ahrokhimiyi im. O.N. Sokolovskoho, Kharkiv. (in Ukrainian)
- ZUBROVSKA, O.M. (2023) Introduktsiya dekoratyvnykh zlakiv u stepoviy zoni Ukrayiny ta perspektyvy yikh vykorystannya v mis'komu ozelenenni [Introduction of ornamental grasses in the Steppe of Ukraine and perspectives of using them in urban landscaping]. *Ecologic sciences*, 5(50), 127–133. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.18>
- ZUBROVSKA, O.M. (2024) Minlyvist' morfolohichnykh oznak vehetatyvnykh orhaniv vydiv rodiv *Festuca* L., *Miscanthus* Anderss. pry introduktsiyi v stepovu zonu Ukrayiny [Variability of morphological characteristics of vegetative organs of species of the genera *Festuca* L., *Miscanthus* Anderss. during introduction into the steppe zone of Ukraine]. *Acta Biologica Ukrainica*, 1, 5–12. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2024-1-01>

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ГЕНОМНІ ПІДХОДИ ДО МОНІТОРИНГУ МІКРОБІОМІВ ВЕТЛЕНДІВ ТА ОЗЕР

Стефані КАСТРО-МАРКЕС¹, Валтер ВОЛФСБЕРГЕР¹, Кеннет ГІЛКЕРТ¹, Ярослава ГАСИНЕЦЬ²,
Роман КІШ², Михайло ВАКЕРИЧ^{2,4}, Владислав МІРУТЕНКО², Олексій КУРУЦА²,
Андрій ВОЩЕПИНЕЦЬ², Віолета МІРУТЕНКО^{2,4}, Вікторія СТАНИНЕЦЬ², Одрі Дж. МАДЖЕСКЕ¹,
Віктор ТОВТ³, Тарас ОЛЕКСИК^{1,2}

Екологічна метагеноміка змінює підходи до моніторингу водних об'єктів (озер, водосховищ, річок) і ветлендів шляхом прямого аналізу ДНК і РНК безпосередньо з води та донних відкладів. Мікроорганізми (в т.ч. бактерії, одноклітинні водорості, гриби) швидко реагують на екологічні, гідрологічні та лімнологічні зміни довкілля (швидкість течії, коливання рівня води, накопичення неорганічних і органічних речовин, температурні зсуви тощо), що дозволяє їм виступати індикаторами ранніх сигналів змін в екосистемі. Цей огляд присвячений практичним аспектам прісноводної метагеноміки бактеріопланктону, зокрема можливостям використання портативного нанопорового секвенування довгочитів (довгих рідів, long-read nanopore sequencing) для забезпечення моніторингу безпосередньо у польових умовах. У роботі узагальнено практичні варіанти моніторингу прісних водойм з акцентом на портативній технології секвенування Oxford Nanopore (ONT). Ця технологія дозволяє впроваджувати робочі процеси в режимі близькому до реального часу безпосередньо на місцях відбору проб, а також проводити повнорозмірне профілювання 16S рРНК для підвищення точності таксономічної ідентифікації. Порівняно дві взаємодоповнювальні стратегії: рутинне ампліконне профілювання, яке є дешевим і зручним для частого відбору проб та шотган-метагеноміку (shotgun-metagenomics) – дорожчий, але більш інформативний для функціональної інтерпретації метод. Прагматична модель моніторингу полягає у використанні ампліконів для базового спостереження та переході до шотган (дробового, shotgun) або цільового функціонального аналізу, якщо проби відхиляються від базових показників. Інтерпретація структурована на трьох рівнях: (1) склад угруповання, (2) функціональний потенціал і (3) розуміння процесів та прогнозування. Варто наголосити, що надійність висновків залежить від плану-дизайну відбору проб, узгодженого із гідрологічною зв'язаністю і структурою оселищ, а також повторюваністю у просторі та часі. Оскільки 16S-таблиці зазвичай є композиційними (відносними), обговорюються статистичні практики, які зменшують ризик хибних сигналів (наприклад, уникнення рутинної розрідженості (rareфакції, rarefaction) та використання методів, що враховують композиційну природу даних, а також підкреслюється цінність додавання абсолютної шкали, де це можливо. Нарешті, на прикладі гідрологічного континуума на градації озеро-ветленд між оз. Балатон і прилеглим ветлендом Кіш-Балатон в Угорщині окреслено потенційні індикатори, які дозволяють відрізнити стабільний стан ядра мікробіому від локальних переходів та наведено короткий чек-лист звітування, що сприяє відтворюваності результатів та їх довготривалому повторному використанню.

Ключові слова: екологічна ДНК, прісні води, водно-болотні угіддя, бактеріопланктон, довгочитне секвенування, Oxford Nanopore, 16S рРНК, екологічний моніторинг, бази даних.

¹Оклендський університет, Рочестер, Мічиган 48309, США; e-mail: oleksyk@oakland.edu

²Ужгородський національний університет, Ужгород, 88000, Україна; e-mail: yaroslava.hasynets@uzhnu.edu.ua

³Інститут лімнологічних досліджень Балатону HUN-REN, Тігань, 8237, Угорщина; e-mail: toth.viktor@blki.hu

⁴Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України, Слов'янська наб., 25, Ужгород, 88000, Україна

Кастро-Маркес С.: <https://orcid.org/0000-0002-9766-1299>

Волфсбергер В.: <https://orcid.org/0000-0003-0980-645X>

Гілкерт К.: <https://orcid.org/0000-0002-1530-0415>

Гасинець Я.: <https://orcid.org/0000-0003-4325-4695>

Кіш Р.: <https://orcid.org/0000-0002-7986-3372>

Вакерич М.: <https://orcid.org/0000-0002-3268-7797>

Мірутенко В.: <https://orcid.org/0000-0003-3845-5003>

Куруца О.: <https://orcid.org/0000-0001-7020-7996>

Вощепинець А.: <https://orcid.org/0000-0001-8307-781X>

Мірутенко В.: <https://orcid.org/0009-0002-9787-040X>

Станинець В.: <https://orcid.org/0009-0002-2670-1705>

Маджеске О.Дж.: <https://orcid.org/0000-0002-2178-5869>

Товт В.: <https://orcid.org/0000-0002-6182-2759>

Олексик Т.: <https://orcid.org/0000-0002-8148-3918>

Genomic approaches for monitoring wetland and lake microbiomes

Castro-Marquez S.¹, Wolfsberger W.¹, Hilkert K.¹, Hasynets Y.², Kish R.², Vakerych M.², Mirutenko V.², Kurutsa O.², Voshchepynets A.², Mirutenko V.^{2,4}, Stanynets V.², Majeske A.J.¹, Tóth V.³, Oleksyk T.^{1,2}

Environmental metagenomics is changing how we monitor water bodies (lakes, reservoirs, rivers) and wetlands by analyzing DNA and RNA directly from water and sediments. Microorganisms (algae, bacteria, fungi) respond quickly to environmental, hydrological, and limnological changes (water flow, level fluctuation, inorganic nutrients and organic matter accumulation, temperature shifts, etc.), allowing them to provide early signals of ecosystem change. This review focuses on practical freshwater metagenomics of bacterioplankton, especially how portable long-read nanopore sequencing can support real monitoring in the field. This review summarizes practical options for freshwater monitoring, with an emphasis on portable long-read Oxford Nanopore sequencing (ONT), which can support near-real-time, field-based workflows and full-length 16S rRNA profiling for improved taxonomic resolution. We contrast two complementary strategies: routine amplicon profiling (cost-effective for frequent sampling) and shotgun metagenomics (more resource-intensive but informative for functional inference). A pragmatic monitoring model uses amplicons for baseline surveillance and escalates to shotgun or targeted functional assays when samples deviate from baseline. We frame interpretation at three levels: (1) community composition, (2) functional potential, and (3) process understanding and forecasting. We also emphasize that reliable inference depends on sampling designs aligned with hydrologic connectivity and habitat structure, with replication across space and time. Because 16S tables are typically compositional, we discuss statistical practices that reduce false signals (e.g., avoiding routine rarefaction and using composition-aware methods), and we highlight the value of adding an absolute scale when feasible. Finally, using the Balaton–Kis-Balaton wetland–lake hydrological continuum as an applied example, we outline candidate indicators that separate stable “core” states from local transitions and provide a reporting checklist that supports reproducibility and long-term reuse.

Key words: environmental DNA, freshwater, wetlands, bacterioplankton, long-read sequencing, Oxford Nanopore, 16S rRNA, environmental monitoring.

¹ Oakland University, Rochester, MI 48309, USA; e-mail: oleksyk@oakland.edu

² Uzhhorod National University, 32, Uzhhorod, 88000 Ukraine; e-mail: yaroslava.hasynets@uzhnu.edu.ua

³ HUN-REN Balaton Limnological Research Institute, Tihany, 8237 Hungary; e-mail: toth.viktor@blki.hu

⁴ Transcarpathian scientific research expert and forensic center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 25, Slovianska nab., Uzhhorod, 88000, Ukraine

Castro-Marquez S.O.: <https://orcid.org/0000-0002-9766-1299>

Wolfsberger W.W.: <https://orcid.org/0000-0003-0980-645X>

Hilkert K.: <https://orcid.org/0000-0002-1530-0415>

Hasynets Y.: <https://orcid.org/0000-0003-4325-4695>

Kish R.: <https://orcid.org/0000-0002-7986-3372>

Vakerych M.: <https://orcid.org/0000-0002-3268-7797>

Mirutenko V.: <https://orcid.org/0000-0003-3845-5003>

Kurutsa O.: <https://orcid.org/0000-0001-7020-7996>

Voshchepynets A.: <https://orcid.org/0000-0001-8307-781X>

Mirutenko V.: <https://orcid.org/0009-0002-9787-040X>

Stanynets V.: <https://orcid.org/0009-0002-2670-1705>

Majeske A.J.: <https://orcid.org/0000-0002-2178-5869>

Tóth V.R.: <https://orcid.org/0000-0002-6182-2759>

Oleksyk T.K.: <https://orcid.org/0000-0002-8148-3918>

Вступ

Екологічна метагеноміка – це системне вивчення генетичного матеріалу, виділеного безпосередньо із зразків довкілля (наприклад, води, ґрунту, донних відкладів, повітря, біоплівок тощо). Її мета – описати, які організми присутні в середовищі, а також оцінити їхнє різноманіття, структуру угруповання та функціональний потенціал без виділення окремих видів у чисту культуру. Метагеномне секвенування забезпечує прямий, незалежний від культивування спосіб характеристики геномного «профілю» для будь-якого менеджменту мікроорганізмів.

Цей підхід полягає у виділенні ДНК та/або РНК безпосередньо з природних зразків і подальшому секвенуванні отриманих фрагментів. Далі прочитані послідовності порівнюють із референт-

ними базами даних, що містять анотовані геномні та таксономічні відомості, описані в попередніх дослідженнях і накопичені у базах даних онлайн. Таким чином, метагеномне секвенування дає змогу вивчати угруповання мікроорганізмів *in situ*, без культивування (без «агару в чашках Петрі») та створення контрольованих лабораторних систем, що особливо важливо для нових, ще не зафіксованих і рідкісних видів бактерій, або тих, які важко культивувати в лабораторних умовах.

Метагеномне секвенування давно вийшло за межі фундаментальної науки і широко використовується на практиці. Наприклад, у клініці воно підтримує діагностику інфекцій, швидке виявлення патогенів і нагляд за стійкістю бактеріальних збудників до антибіотиків. У природоохоронній діяльності метагеноміка допомагає від-

стежувати забруднення та пов'язані з ним зміни мікробних угруповань, а також оцінювати ефективність відновлювальних заходів. У екологічних дослідженнях ці методи стали основою для опису біорізноманіття, розуміння біогеохімічних циклів і моніторингу стану екосистем.

Одним із найвідоміших епізодів в історії метагеноміки є програма *Global Ocean Sampling* (GOS), пов'язана з морськими зборами проб (зразків) під час експедицій яхти *Sorcerer II* під егідою *J. Craig Venter Institute* (2004). Її мета полягала в тому, щоб застосувати шотган-метагеномне секвенування до ДНК, виділеної безпосередньо з морської води, і таким чином отримати прямий, незалежний від культивування зріз різноманіття та функціонального потенціалу океанічних угруповань мікроорганізмів (Venter et al. 2004). Показовою ранньою демонстрацією цього підходу стало дослідження Саргасового моря, яке продемонструвало, що секвенування екологічної ДНК відкриває доступ до величезного масиву раніше невідомих генів і ліній мікроорганізмів. Подальші дані та аналізи в межах GOS закріпили екологічну метагеноміку як дисципліну великомасштабного безпосереднього секвенування угруповань мікроорганізмів із навколишнього середовища, здатну виявляти просторову неоднорідність мікробів у природних екосистемах (Rusch et al. 2007). Саму експедицію навіть порівнювали з класичними морськими подорожами XIX століття, зокрема мандрівкою Дарвіна на кораблі *Бігль* (J. Craig Venter Institute 2004).

Ранні дослідження, що застосовували ампліфікацію гена малої субодиниці рибосомної РНК (SSU rRNA, small subunit ribosomal RNA) та клонові бібліотеки з природних оселищ переконливо показали переваги молекулярних підходів і показали, що ми не фіксуємо значну частину світу мікроорганізмів, коли покладаємося лише на вирощування в культурі (Amann et al. 1995; Hugenholtz et al. 1998). Таким чином, ключова перевага метагеноміки в екології – це здатність перетворювати об'єктивні дані, отримані шляхом секвенування, на прикладні екологічні висновки. Це дає змогу формувати індикатори стану, виявляти ранні попереджувальні сигнали змін і екологічних криз, а також розробляти практичні рекомендації для екологічного менеджменту. Серед оселищ, де такі підходи демонструють високу інформативність, особливо придатними є прісноводні озера: вони інтегрують вплив водозбору й часто чутливо реагують на антропогенні та кліматичні зміни, що робить їх зручними об'єктами для секвенування і аналізу на рівні угруповань.

У цьому огляді ми зосередимося на гідрологічно пов'язаних водно-болотних угіддях і прісноводних озерах, де мозаїчність середовища формує виражені градієнти складу та функцій угруповань мікроорганізмів. Метагеноміка озер – це секвенування ДНК та/або РНК безпосередньо зі зразків води, донних відкладів або біоплівки озера із метою опису угруповань мікроорганізмів і реконструкції їхнього функціонального потенціалу та ролей в екосистемі. Хоча лабораторні й аналітичні кроки багато в чому подібні до інших напрямів метагеноміки, мікробні угруповання озер мають властивості, що роблять їх особливо інформативними: вони швидко реагують на гідрологічні зміни, імпульсні надходження поживних речовин, динаміку розчиненої органічної речовини та сезонне перемішування води. Це робить озера перспективними системами для раннього виявлення і постійного моніторингу стану екосистеми (Newton et al. 2011). Метагеномний моніторинг є особливо привабливим для озер, оскільки він може бути неінвазійним і масштабованим, де навіть невеликі об'єми води дають багатий сигнал про угруповання; механістично інформативним, де зміни у таксономічному складі та функціональних профілях відображають ключові процеси екосистеми, а також дедалі придатнішим для довгострокового моніторингу бактеріопланктону в реальному часі завдяки портативним платформам секвенування і стандартизації аналітичних процесів (Quince et al. 2017; Urban et al. 2021).

У цьому огляді ми спираємося на наші власні дослідження озерної системи Центральної Європи, щоб узагальнити підходи та сучасні розробки екологічної метагеноміки й споріднених секвенувальних методів для моніторингу. Як приклад, ми розглядаємо гідрологічний континуум на градації озеро-ветленд – між оз. Балатон та прилеглим ветлендом Кіш Балатон в Угорщині (*Kis-Balaton Water Protection System* (KBWPS)), демонструючи, як портативне довгочитне (*long-read*) нанопорове (*nanopore*) секвенування повної довжини 16S rRNA ампліконів можна застосувати для високоякісного профілювання бактеріопланктону (Castro-Marquez et al. 2024). Такий підхід дає змогу одночасно описувати спільний мікробіом озера та виявляти закономірності вздовж переходу «озеро-ветленд». В підсумку ці молекулярні сигнали геномів присутніх у оселищі можна транслювати в екологічні індикатори, придатні для рутинного моніторингу й нагляду за станом прісноводних екосистем, із перспективою наближення до оперативних (майже реального часу) протоколів у польових умовах (Urban et al. 2021; Zhang et al. 2023).

1. Підходи і рівні метагеноміки

1.1. Ампліконне профілювання і шотган-метагеноміка

Ампліконне секвенування (*amplicon profiling*, або *metabarcoding*) – метод секвенування маркерних генів, зокрема 16S рРНК для бактерій та архей (ITS-регіону для грибів; а для ширших оглядів еукаріот – ділянок 18S рРНК), що забезпечує ефективну таксономічну інвентаризацію угруповань мікроорганізмів (Callahan et al. 2016; Bolyen et al. 2019). Ампліконне секвенування особливо придатне для досліджень із повторними відборами та високою просторово-часовою роздільністю, оскільки поєднує відносно низьку вартість із добре стандартизованими аналітичними робочими процесами (Bolyen et al. 2019). Історично цей підхід виріс із молекулярної філогенії та великих відкритих даних, що дозволили пряму ідентифікацію видового різноманіття мікроорганізмів без культивування (Woese, Fox 1977; Pace 1997).

Шотган-метагеноміка (*дробова, порційна метагеноміка, shotgun metagenomics*) навпаки

секвенує всю ДНК у пробі. Це дає змогу робити висновки не лише про таксономічний склад, а й про функціональний потенціал угруповання, виявляти віруси та реконструювати геноми нововиявлених організмів із суміші секенованих фрагментів ДНК (*metagenome-assembled genomes, MAGs*). Водночас шотган-метагеноміка зазвичай є дорожчою і потребує складнішої обробки даних (Quince et al. 2017). Попри це, саме її здатність одночасно описувати таксономічну (“що тут є?”) та функціональну (“що воно тут робить?”) різноманітність зробила цей метод ключовим для перших великомасштабних екологічних досліджень і стимулювала запуск міжнародних ініціатив, таких як шотган-секвенування Саргасового моря та експедиції *Sorcerer II Global Ocean Sampling* (GOS). У свою чергу, ці роботи створили великі каталоги нових генів і показали масштаб невідомого до цього часу різноманіття вірусів і мікроорганізмів у водних екосистемах (Venter et al. 2004; Rusch et al. 2007; Yooseph et al. 2007). Пізніше міжнародні

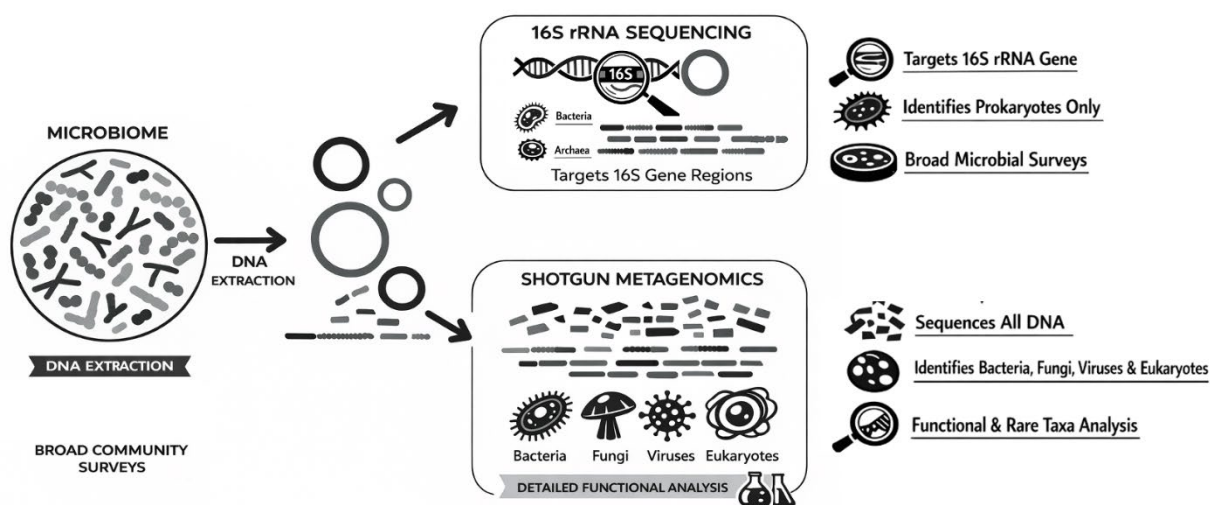


Рис. 1. Підходи метагеноміки: ампліконне профілювання і шотган-метагеноміка.

Fig. 1. Metagenomic approaches: amplicon profiling and shotgun metagenomics.

Примітка: (I) Секвенування гена 16S рРНК – це різновид ампліконного секвенування, який націлений на певні гіперваріабельні ділянки одного гена, що трапляється лише у бактерій та архей. (II) Шотган-метагеномне секвенування, навпаки, передбачає випадкове фрагментування всієї геномної ДНК у зразку, що дає змогу секвенувати всі ділянки ДНК, а не лише один маркерний ген. Ця принципова відмінність означає, що шотган-секвенування може одночасно виявляти бактерії, віруси, а також гриби та інші еукаріотичні мікроорганізми, тоді як стандартне 16S-секвенування обмежується прокаріотами. У підсумку, 16S-секвенування зазвичай рекомендують для широких оглядових описів складу угруповань мікроорганізмів, тоді як шотган-секвенування частіше обирають для детального функціонального аналізу або виявлення рідкісних таксонів.

Note: (I) Sequencing of the 16S rRNA gene is a form of amplicon sequencing that targets specific hypervariable regions of a single gene found exclusively in bacteria and archaea. In contrast, involves random fragmentation of all genomic DNA in a sample, enabling the sequencing of all DNA fragments rather than just a single marker gene. This fundamental difference means that shotgun sequencing can simultaneously detect bacteria, viruses, as well as fungi and other eukaryotic microorganisms, whereas standard 16S sequencing is limited to prokaryotes. Consequently, 16S sequencing is generally recommended for broad surveys of microbial community composition, while shotgun sequencing is more commonly used for detailed functional analyses or for detecting rare taxa.

ініціативи, зокрема *Tara Oceans*, розширили цю логіку до узгодженого відбору проб у глобальному масштабі з чітким екологічним контекстом, що прискорило перехід до опису функціональної організації угруповань і їхньої біогеографії (Sunagawa et al. 2015). У сучасній практиці шотган-метагеноміку найчастіше застосовують саме тоді, коли потрібно перейти від таксономічного опису до інтерпретації генетичного “інструментарію” мікробіоти: метаболічних шляхів, вірусного компоненту та генів, пов’язаних з ключовими екосистемними процесами.

У завданнях екологічного моніторингу дедалі частіше застосовують гібридну стратегію: регулярний скринінг відносно недорогим ампліконним секвенуванням для високочастотного моніторингу та відстеження динаміки угруповань, а у разі фіксації нетипової події ініціюють шотган-метагеномне секвенування для функціональної інтерпретації змін (Quince et al. 2017). Такий підхід є популярним, оскільки поєднує шотган-метагеноміку, яка дозволяє перейти від таксономічного опису до функціонального потенціалу, вірусного компоненту та ген аналізу геномів, зібраних із метагеномних даних (MAGs). У підсумку гібридний дизайн оптимізує витрати, частоту спостережень і глибину екологічних висновків.

Таблиця 1. Три рівні інтерпретації мікробіому: як метагеномні дані перетворюються на практичні результати для моніторингу та менеджменту.

Table 1. Three levels of microbiome interpretation: how metagenomic data are translated into practical outcomes for monitoring and management.

Рівень інтерпретації	Ключове питання	Виміри / аналіз	Результат моніторингу
1) Склад угруповання (community composition)	<i>Хто тут присутній?</i>	Таксони/ASV, різноманіття (α), відмінності між зразками (β), “ядро” мікробіому, індикаторні таксони	Карта/профіль угруповання за станціями і сезонами; порівняння між оселищами; виявлення відхилень від базового стану
2) Функціональний потенціал (functional potential)	<i>Що це угруповання може робити?</i>	Гени, функціональні категорії, метаболічні шляхи, функціональна різноманітність/ надлишковість; маркерні гени процесів (N/S/P/C, метан, фотосинтез тощо)	Оцінка “можливих” процесів у водоймі; порівняння функціональних профілів між станами; виявлення ризиків (напр., AMR/віруси — якщо релевантно)
3) Екологічні процеси (ecological processes)	<i>Чому угруповання змінюється і що буде далі?</i>	Часові ряди, повторні відбори, зв’язок із факторами оселища (t° , змішування, поживні речовини, каламутність); моделі/прогнози; невизначеність і валідація	Сигнали раннього попередження (цвітіння, гіпоксія); оцінка ризику; правила реагування (порогові критерії), що запускають додатковий відбір проб або дії менеджменту

1.2. Рівні інтерпретації мікробіому: склад, потенціал і процеси

У цьому розділі ми пропонуємо просту рамку для інтерпретації даних мікробіому при моніторинзі озер і водно-болотних угідь. На практиці метагеномні результати можна читати на трьох взаємопов’язаних рівнях: склад угруповання (хто присутній), функціональний потенціал (які функції та процеси спільнота потенційно здатна виконувати) та рівень процесів (чому угруповання змінюється і як ці зміни можна використати для прогнозування). Такий поділ допомагає перейти від опису до висновків, корисних для менеджменту: від “карти таксонів” до індикаторів ризику, сигналів раннього попередження та правил реагування. Таблиця 1 стисло підсумовує кожен рівень, ключові питання, типові показники та ті результати, які найчастіше потрібні для реального моніторингу.

Таблиця узагальнює три взаємопов’язані рівні аналізу: (1) склад угруповання, (2) функціональний потенціал і (3) екологічні процеси. Для кожного рівня наведено ключове питання, типові показники та приклади виходів, які найчастіше використовують у моніторингу озер і водно-болотних угідь (базові профілі, індикатори змін, оцінка ризику та правила реагування).

1.2.1. Рівень складу угруповання (*community composition*) описує таксономічний склад, структуру та різноманіття у пробах води або донних відкладів (Woese, Fox 1977; Pace 1997; Callahan et al. 2016; Bolyen et al. 2019). У водних системах ампліконне секвенування, у поєднанні з референсними базами даних і великими порівняльними проектами, підсиленими високопродуктивними секвенувальними платформами, перетворило опис складу мікробіому на відтворюваний екологічний сигнал, який можна кількісно характеризувати, картувати та порівнювати між оселищами, сезонами й роками.

На цьому рівні зазвичай використовують кілька груп характеристик: (I) показники внутрішньої різноманітності (α -diversity: багатство таксонів/ASV, індекси Шеннона та Сімпсона), (II) філогенетичні метрики (наприклад, філогенетична різноманітність (*phylogenetic diversity*), Faith's PD), (III) показники міжзразкових відмінностей (β -diversity: Bray–Curtis, Jaccard; філогенетичні відстані на кшталт *UniFrac*) із подальшим відображенням у просторі ординації (*PCoA/NMDS*) та тестуванням відмінностей між групами (наприклад, *PERMANOVA*), (IV) характеристики доміантності/рівномірності та стабільного ядра мікробіому (*core microbiome*), а також (V) підходи до виявлення таксонів-індикаторів і диференційної представленості між станами/біотопами (Bray, Curtis 1957; Faith 1992; Lozupone, Knight 2005; Anderson 2001).

1.2.2. Рівень функціонального потенціалу (*functional potential*) описує сукупність генів і функціональних ознак, що визначають на які біохімічні перетворення та екосистемні ролі угруповання мікроорганізмів потенційно здатне (тобто його метаболічні шляхи і функціональний арсенал). Найкраще цей рівень оцінювати за шотган-метагеномними даними, тоді як в окремих випадках (і з відповідними застереженнями) його також можна прогнозувати на основі секвенування ампліконів, але за умови достатнього покриття референсних геномів і коректної калібрації моделей (Langille et al. 2013; Quince et al. 2017; Douglas et al. 2020).

На цьому рівні функціональний потенціал зазвичай характеризують кількома групами показників: (I) геноцентричними профілями (таблиці відносної представленості функціональних категорій/родин генів та ортологів), (II) реконструкцією метаболічних шляхів і модулів (наявність/покриття ключових кроків, “повнота” шляхів, аль-

тернативні маршрути метаболізму), (III) функціональним різноманіттям і надлишковістю (скільки різних генетичних рішень підтримує одну й ту саму функцію; наскільки функції “розподілені” між таксонами), (IV) функціональною β -відмінністю між зразками (порівняння функціональних профілів між сезонами, біотопами, станами з подальшими ординаціями/тестами), (V) профілями цільових маркерних генів для ключових біогеохімічних процесів (цикли N/S/P/C, метаногенез/метанотрофія, фотосинтез/хемолітотрофія тощо), а також (VI) спеціалізованими категоріями на кшталт вірусного компоненту, генів антибіотикорезистентності, мобільних елементів і факторів взаємодії між організмами якщо вони релевантні для задач моніторингу та менеджменту.

Важливість функціонального потенціалу стала особливо очевидною після знакових шотган-досліджень довкілля, зокрема секвенування Саргасового моря та подальших глобальних оглядів океану, які виявили та продемонстрували масштаби новизни у оцінці генетичного різноманіття і закріпили метагеноміку як підхід до вивчення екосистем через функціональні профілі угруповань (Venter et al. 2004; Rusch et al. 2007; Sunagawa et al. 2015). Водночас широке застосування амплікон-профілювання сформувало потребу в акуратних рамках інтерпретації (наприклад, PICRUSt і наступні інструменти) та підкреслило ключове обмеження: точність прогнозів суттєво залежить від представленості відповідних таксонів і оселищ у референтних базах, тому для слабо охоплених екосистем похибка може бути значною (Langille et al. 2013; Douglas et al. 2020).

1.2.3. Рівень процесів показує перехід від опису до прогнозування. Тут ми не лише фіксуємо, які мікроорганізми присутні, а намагаємося зрозуміти, чому угруповання змінюється і що буде далі. Для цього ми поєднуємо три типи інформації: (1) динаміку угруповань мікроорганізмів у часі, (2) ключові чинники оселища (температура, змішування, надходження поживних речовин, каламутність тощо) і (3) механістичні обмеження, які визначають “швидкість” і напрям цих змін.

У контексті озер цей рівень усе частіше зводиться до прогнозу подій, важливих для менеджменту водойми: початку “цвітіння” води, розвитку гіпоксії (дефіциту кисню) та реакції екосистеми на відновлювальні заходи. Саме на цьому рівні повторні відбори проб і часові ряди перетворюють метагеномні патерни на сигнали раннього

попередження, які можна використовувати до того, як проблема стане очевидною за візуальними або хімічними показниками (Widder et al. 2016; Marrone et al. 2023).

Метагеномний моніторинг, довгі часові ряди та мультиомні підходи (*multi-omics*: наприклад, поєднання ДНК, РНК і метаданих про оселище) дають змогу зв'язувати зміни структури угруповань із реальними екосистемними процесами та підтримувати прогнозування (Faust et al. 2015; Linz et al. 2020; Marrone et al. 2023).

Оскільки прогнози в моніторингу завжди мають невизначеність, важливо подавати їх як ризик (ймовірність події) разом із простими довірчими інтервалами або діапазоном можливих значень, а не як “точне передбачення”. Щоб такі прогнози були надійними, їх потрібно перевіряти на попередніх даних (*back-testing*) і на незалежних сезонах або роках, порівнюючи передбачення з реальними спостереженнями. На практиці корисно заздалегідь визначити правила реагування або тригери: наприклад, якщо ризик цвітіння перевищує певний поріг, або якщо з'являються стабільні відхилення від базового “ядрового” угруповання, запускаємо додатковий відбір проб, уточнювальні аналізи або посилений контроль якості води. Такі правила перетворюють метагеномні сигнали на керований інструмент, де рішення приймаються раціонально, прозоро і повторювано. Водночас варто пам'ятати, що сильні кореляції з факторами середовища не завжди означають причинність, тому ключові висновки бажано підтверджувати незалежними вимірюваннями (наприклад, киснем, токсинами, пігментами або даними з супутників).

2. Переваги довгочитів (*long-reads*) у секвенуванні

Менш ніж двадцять років тому мікробіоту озер вивчали переважно непрямими методами. Озера часто сприймали як природні чашки Петрі, а зміни в угрупованнях оцінювали за лабораторно культивованими ізолятами, мікроскопією та біогеохімічними тестами. Але цей підхід мав фундаментальне обмеження: більшість мікроорганізмів, які можна розгледіти під мікроскопом у природних пробах, не ростуть на стандартних лабораторних поживних середовищах.

Молекулярні підходи змістили фокус із фенотипу на генотип і одночасно змінили як лабораторну частину моніторингу, так і обробку даних. Спочатку мікробіоту аналізували за допомогою клонів бібліотек і секвенування методом

Сенгера малих субодиниць рРНК. Цей підхід радикально розширив уявлення про біорізноманіття, але залишався відносно низькопродуктивним і тому обмеженим за кількістю проб (Pace 1997; Hugenholtz et al. 1998). Поява секвенування нового покоління (NGS), особливо короткочитного (*коротке прочитування, short-read*) секвенування Illumina, різко підвищила продуктивність. Зокрема, відносно недороге ампліконове 16S-секвенування дозволило аналізувати значно більше зразків, робити багато вимірів і повторів, що уможливило статистично потужні порівняння між оселищами і стаціями, басейнами, глибинами та сезонами (Caporaso et al. 2011 2012).

Однак для постійного та довготривалого моніторингу водних екосистем навіть із NGS залишаються дві ключові проблеми. По-перше, робочий процес часто прив'язаний до централізованих лабораторій: потрібен час на транспортування проб, підготовки бібліотек і отримання результатів. По-друге, короткочити мають обмежену довжину, і цього інколи недостатньо, щоб впевнено розрізняти близькі таксони та робити інтерпретацію на рівні виду.

Саме ці обмеження пояснюють, чому в метагеноміці зросла роль портативного секвенування з довгочитами (довгими прочитуваннями, *long-read*) у реальному часі, зокрема високоточних довгочитових платформ на кшталт Oxford Nanopore та PacBio). Такий підхід змінює не лише те, скільки ми можемо секвенувати, але як швидко ми можемо відреагувати на екологічний сигнал. Нижче буде коротко показано, як довгочитове секвенування підсилює моніторинг завдяки портативності й потоку даних (*streaming*; 3.1), а також як повнодовжинний 16S покращує таксономічну роздільну здатність та екологічну інтерпретацію (3.2).

Хоча PacBio є надійною платформою довгочитів, зокрема завдяки *HiFi (high-fidelity)* секвенуванню, що покращує точність та підтримує високоякісні метагеномні реконструкції й функціональні висновки (Han et al. 2024; Kim et al. 2024), у наших прикладах ми зосереджуємося на *Oxford Nanopore* як на підході, що швидко розвивається та вже доступний в Україні (Oleksyk et al. 2025).

2.1. Портативність і оперативність

Пристрій *MinION* від *Oxford Nanopore Technologies (ONT)* дає змогу виконувати портативне секвенування і отримувати потік даних (*streaming*). Результати секвенування стають доступними практично одразу, під час роботи приладу, дозволяючи моніторинг у реальному часі

(*real-time*). Перші мобільні лабораторії *ONT* показали, що навіть мінімального польового набору достатньо, щоб секвенувати ДНК у віддалених і екстремальних умовах. Наприклад, у тропічному лісі секвенування *ONT* застосовували для швидкого ДНК-баркодингу та перевірки зразків на місці без надійного електропостачання (Menegon et al. 2017). В Сухих долинах Антарктиди *ONT* секвенування залишалося працездатним попри труднощі польової роботи та обмежену інфраструктуру (Johnson et al. 2017). Паралельно *ONT* стає інструментом оперативного геномного нагляду під час спалахів інфекційних хвороб. Найвідоміший приклад застосування відбувся під час епідемії еболи в Західній Африці, коли фахівці не чекали транспортування матеріалу до віддалених лабораторій секвенування, обробляючи зразки на місці, в польовому госпіталі (Quick et al. 2016). Працездатність технології перевіряли навіть під час космічних польотів, що підкреслює її надійність поза звичними лабораторними умовами (Castro-Wallace et al. 2017).

У випадку прісноводних екосистем, ранні дослідження вже продемонстрували, що профілювання угруповань мікроорганізмів та швидка діагностика мікробіомів озер і річок можуть виконуватися у форматі та з термінами, які реально вписуються в програми моніторингу (Urban et al. 2021). Ключова перевага, це мінімальна затримка між відбором проби й отриманням даних: коли секвенування проводять у полі або одразу після відбору, зменшується ризик післявідборових змін у складі угруповання та деградації ДНК. Секвенування *ONT* проходить в онлайн-режимі, а тому дає результат майже одразу, тому його можна використати, щоб вчасно відреагувати (доповнити зборами проб, перевірити ризик, запустити уточнювальні тести), а не лише пояснювати події після завершення.

Таким чином, для моніторингу водних систем, головні переваги технології *ONT*, це портативність і оперативність. Секвенування можна виконувати під час польової кампанії, що дозволяє швидко уточнювати план відбору проб, виконувати адаптивний повторний відбір, робити висновки, рекомендації і попередження поєднуючи дані з лімонологічними показниками і заздалегідь визначеними пороговими критеріями і тригерами.

2.2. Роздільна здатність

Ключова технічна відмінність між довгочитними та короткочитними платформами (*long-read vs. short read*) – це довжина прочитувань і саме

вона визначає роздільну здатність на практиці. Короткочитні 16S-дослідження зазвичай націлені на одну або дві гіперваріабельні ділянки (наприклад, V4 або V3–V4). Вони стали основою ранньої епохи вивчення мікроорганізмів. У той самий час стало очевидним обмеження короткочитних платформ: вибір праймерів і ампліфікованого регіону може змінювати таксономічні визначення, тим більше, ще близькоспоріднені таксони можуть мати майже однакові послідовності коротких фрагментів (Caporaso et al. 2011; Johnson et al. 2019).

На відміну від короткочитних платформ типу Illumina, технологія *ONT* може секвенувати повнодовжинні або майже повнодовжинні амплікони 16S рРНК (~1,4–1,6 кб). Такі прочитування охоплюють значно більше інформативних ділянок, ніж короткі фрагменти з однієї гіперваріабельної зони. Це зазвичай підвищує таксономічну роздільну здатність, особливо коли для класифікації використовують регулярно оновлювані референсні бази, наприклад SILVA (Quast et al. 2013).

Для моніторингу озер і водно-болотних угідь це дуже важливо, бо багато “попереджувальних” ознак пов’язані з конкретними групами мікроорганізмів. Це можуть бути мікроби, які з’являються або різко зростають під час цвітіння води, групи, споріднені з фекальними індикаторами або прісноводні лінії, що виконують різні екологічні ролі. Часто такі групи відрізняються дуже тонко – на рівні роду або виду. Якщо секвенувати лише короткий фрагмент, цієї інформації може не вистачити, і замість точних таксонів ми отримуємо надто широкі та нечіткі таксономічні категорії.

Емпіричні дослідження показують, що повнодовжинний 16S часто дозволяє визначати бактерії до рівня виду, а інколи – робити висновки навіть на рівні штамів, якщо аналітичні пайплайни та референсні бази даних достатньо якісні й добре підібрані (Johnson et al. 2019). Новіші результати для нанопорних платформ із хімією R10.4.1 також свідчать про вищу точність на рівні нуклеотидів і краще видове профілювання при роботі з повнодовжинним 16S (Zhang et al. 2023). Для задач моніторингу прісних вод це має як наукове, так і практичне значення: дослідження показують, що нанопорний 16S дає екологічно інформативні профілі угруповань, які можна інтегрувати у рутинні робочі процеси польового або лабораторного моніторингу (Urban et al. 2021).

Окремо варто згадати підходи з унікальними молекулярними ідентифікаторами (UMI). Якщо “помітити” вихідні молекули ДНК до ПЛР і потім зібрати консенсус-послідовності, можна істотно

зменшити помилки окремих прочитувань. Це послаблює компроміс між точністю та масштабом/швидкістю для майже повнодовжинного 16S на нанопорних системах. Такий підхід особливо корисний для довгострокових програм моніторингу, де критично важлива порівнюваність результатів між роками та різними гідрологічними режимами (Lin et al. 2024).

Матеріали та методика

3. Проектування моніторингу з нанопорним секвенуванням

У прісноводних озерах і водно-болотних угіддях мікроорганізми швидко реагують на рух води, перемішування та межі між різними оселищами. Це означає, що результат аналізу сильно залежить від того, де і коли взято пробу. Водночас технічні кроки роботи з ДНК, насамперед фільтрація та екстракція в каламутній воді з великою кількістю частинок, можуть суттєво впливати на те, які саме мікроорганізми потраплять у зразок і наскільки надійно їх можна буде виміряти. Тому відбір проб, який ігнорує гідрологію, може пропустити справжню структуру екосистеми або переплутати сезонний шум із важливими екологічними змінами (Knight et al. 2012), а невдалий підхід до отримання ДНК може створювати системні помилки (*bias*), які виглядають як еко-

логічні відмінності, але насправді є наслідком протоколу або умов підготовки проб. Саме тому етап проектування моніторингу є визначальним для того чи стане озерна метагеноміка надійним інструментом дослідження, або залишиться разовим спостереженням.

У цьому розділі ми зосереджуємося на двох ключових складових моніторингової метагеноміки для озер і водно-болотних угідь: (1) як використати гідрологію, щоб правильно визначити, де і коли відбирати проби, і (2) як підібрати стратегії фільтрації та екстракції (разом із регулярними контролями), щоб біологічні патерни відображали процеси що відбуваються безпосередньо у водоймі, а не побічні лабораторні ефекти. Таблиця 1 підсумовує мінімальний список робіт для 16S-моніторингу ONT у водно-болотних угіддях та озерах, а наступний розділ коротко пояснює кожен пункт.

3.1. Дизайн відбору проб

У прісноводних озерах і ветлендах угруповання мікроорганізмів найчастіше формуються насамперед гідрологією. На практиці це означає, що режим перемішування, час перебування (*residence time*) води, зв'язок між басейнами та притоками, а також межі між різними оселищами (водне дзеркало біля прибережної зони, ділянки з макрофітами, можливі шари водної товщі) визна-

Таблиця 2. Мінімальний список для 16S-моніторингу з допомогою ONT у водно-болотних угіддях та озерах.
Table 2. Minimum checklist for 16S monitoring using ONT in wetlands and lakes.

Підхід	Що потрібно описати / що це дає	Як це інтерпретувати (навіщо це потрібно)
1. Дизайн відбору проб	Показати, як точки відбору пов'язані з рухом води (притоки/витоки, басейни). Вказати, скільки повторів зібрано і коли саме (час доби, сезон) (Knight et al. 2012).	Робить результати порівнюваними та допомагає зрозуміти, чи можуть патерни бути пов'язані з часом/місцем відбору, а не з реальними змінами в екосистемі.
2. Фільтрація та екстракція	Розмір(и) пор мембрани, який об'єм води фільтрували, як працювали з інгібіторами, і чи націлювалися на вільноживучі мікроорганізми, прикріплені до частинок, або на обидві групи.	Вибір фільтра може змінювати, які мікроорганізми ви “зловите”, особливо в каламутних болотах і мілких озерах.
3. Контролі	Перелік польових “порожніх” проб (field blanks), “порожніх” екстракцій (extraction blanks) і модельних/штучних угруповань (mock communities). Вказати, що означає “контроль пройшов”, і що робити, якщо контроль не проходить (наприклад, перезапуск, виключення партії).	Допомагає виявити контамінацію, інгібування та проблеми пайплайну до того, як вони виглядатимуть як “справжні” екологічні зміни.
4. Метадані секвенування	Тип проточної комірки (flowcell), реагенти (наприклад, R10.4.1), версія/модель basecaller, налаштування демультіплексування.	Зміни в програмі або реагентів

чають рамки, на яких вибудовується склад мікробіому. Оскільки ці чинники працюють у масштабах від окремих штормів до багаторічних змін, дизайн моніторингу має бути побудований так, щоб відрізнити справжні екологічні сигнали від сезонного “шуму” та просторової автокореляції. Саме тому потрібні повтори у часі та відбір проб уздовж гідрологічних і екологічних градієнтів, а також чітке документування того, де і коли взято кожен зразок (Knight et al. 2012).

Підтвердження того, що гідрологія структурує угруповання мікроорганізмів, наведені для різних типів озер і регіонів. Наприклад, у північних озерах Європи зміни часу перебування води пов’язані зі зсувами типових прісноводних бактеріальних груп. Це узгоджується з ідеєю, що системи з коротким обігом води у більшій мірі визначаються притоками з водозбору та так званими мас-ефектами (ситуацією, коли організми постійно заносяться ззовні) і ця дисперсія помітно впливає на склад угруповання. У озерах помірної зони окремі епізоди перемішування діють як екологічні “порушення”: вони можуть швидко перебудовувати бактеріальні угруповання, а їхня інтенсивність і сезонність впливають на те, як угруповання розходяться між ділянками та як швидко повертаються до попередніх станів.

Довготривалі, повторювані спостереження додатково показують, що тип озера та режим перемішування можуть впливати на склад і динаміку мікробіому. Зокрема, багаторічні дослідження демонструють повторювану структуру угруповань боліт і озер, яка водночас реагує на сезонні та щорічні фізичні зміни (Linz et al. 2020). У великих евтрофних мілких системах гідрологія взаємодіє з градієнтами поживних речовин формуючи просторові патерни. Наприклад, в озері Тайху (Китай) склад бактеріопланктону змінюється в просторі й часі вздовж трофічних градієнтів, що підкреслює важливість врахування як водного руху, так і локальних умов середовища. Бактеріальні метаболіти в мережах річок і озер лісових зон півночі (тобто у взаємопов’язаних річках, струмках і озерах) часто організовуються під впливом пов’язаності водойм і напрямку течії. Таксони можуть переноситися вниз за течією, але локальні умови “фільтрують”, хто з них зможе закріпитися й домінувати на конкретних ділянках.

Оскільки рух води та перемішування формують угруповання мікроорганізмів, дизайн відбору проб має охоплювати головні гідрологічні осі системи (притоки/витоки, басейни, ділянки з різним часом перебування води, межі між біо-

топами) і бути повтореним у часі. У звітуванні важливо показати, як станції відбору пов’язані з рухом води, а також вказати кількість повторів і точні часові рамки (час доби, сезон), тому що саме ці деталі роблять результати порівнюваними між сезонами та роками і дозволяють впевненіше пов’язати зміни у профілях секвенування з реальними змінами екосистеми, а не з випадковим вибором місця чи дати (Knight et al. 2012).

3.2. Фільтрація проб і виділення ДНК

У водній товщі завжди співіснують принаймні дві великі фракції: вільноживучі клітини та мікроорганізми, прикріплені до частинок (органічний детрит, глина, водорості, агрегати). Те, яку частину угруповання можна буде побачити у результатах, напряму залежить від того, який фільтр ви обрали, який об’єм води реально вдалося профільтрувати, як ви працювали з інгібіторами, і на яку фракцію ви націлювалися (вільноживучу, прикріплену до частинок або обидві). Таким чином, фільтрація та екстракція ДНК є одним із тих етапів, на яких необхідно запобігати появі технічних артефактів.

У болотах і мілких озерах ця проблема загострюється через високе навантаження частинками, яке сильно змінюється у просторі та часі. Наприклад, під час вітрового підняття донного осаду, після злив і стоку з водозбору або на піку біомаси фітопланктону підвищується каламутність води і тому схема фільтрації, яка добре працює у прозорій відкритій воді, може дуже швидко зіпсуватися в каналі з густим ростом макрофітів або в прибережній “плямі” (*plume*), де вода несе багато завислих частинок.

Коли фільтр забувається, це не просто незручність і втрата часу. Забивання може змістити спектр захоплення у бік більших по розміру частинок, зменшувати профільтрований об’єм і, що критично, концентрувати разом із ДНК речовини-інгібітори. У природних пробах такими інгібіторами часто стають продукти розкладання органіки, пігменти, метали та інші домішки, які впливають на протікання ПЛР і заважають у підготовці бібліотек. У результаті цих відхилень під час секвенування, склад угруповання може непомітно спотворюватися: частина таксонів втрачається, а асоційовані на частинках угруповання, що переважають, виглядають більш важливими ніж насправді.

Саме тому сучасні водні протоколи дедалі частіше орієнтуються не на єдине універсальне рішення, а на підбір методу фільтрації під конкретний тип середовища та цільову фракцію (вільножи-

вучі клітини vs. асоційовані на частинках мікроорганізми). На практиці це може означати поетапну фільтрацію або використання різних розмірів пор, щоб контролювано відокремити фракції та зменшити технічні перекося у складі угруповання; відомо, що сам вибір пористості фільтра здатен змінювати видимий профіль бактеріальних угруповань у прісній воді (Byarrahalli et al. 2021). Так само екстракцію ДНК часто потрібно пристосувати до каламутних або органічно насичених вод: додати етапи очищення, подовжити лізис і застосувати спеціальні кроки для видалення інгібіторів ПЛР (Schrader et al. 2012). Щоб такі рішення залишалися стандартними та порівнюваними між біотопами й сезонами, важливо не лише підібрати правильний протокол, а й системно документувати ключові параметри (тип фільтра/пори, об'єм, умови виділення, контроль якості) як частину стандартного опису мета-даних (Yilmaz et al. 2011). В цілому, краще не оптимізувати кожен сайт окремо, а забезпечити результати відтворюваними й порівнюваними в межах усієї системи (Goldberg et al. 2016).

3.3. Контрольні вимірювання

У практиці моніторингу мінімальний набір зазвичай включає негативні контролю, тобто порожні проби (*field blanks*), фільтри, екстракції (*extraction blanks*) та позитивні контролю, наприклад модельні угруповання (*mock communities*). Порожні проби дозволяють побачити контамінацію з повітря, тари, або з рук під час відбору; бланки фільтрації та екстракції показують, чи не додає сигнал власне сама підготовка проб; позитивні контролю перевіряють, чи система взагалі працює так, як очікується, і чи зберігається точність між серіями проб.

Мета контрольних вимірювань – відокремити реальні зміни у водоймі від технічних артефактів, які можуть виникати під час відбору, фільтрації, екстракції, ПЛР або біоінформатичної обробки. Без системи контролів контамінація, інгібітори або зміни в пайплайні можуть імітувати екологічний сигнал, спотворюючи моніторинг реальних змін. Нарешті, у звітуванні важливо фіксувати не лише факт їх наявності, а й правила прийняття рішень: пороги/критерії прийнятності і що саме робиться у разі якщо контроль не дав бажаного результату (перезапуск секвенування, повторна екстракція, виключення партії, повторний відбір тощо). У підсумку регулярні контролю дають головну практичну перевагу: коли в даних з'являється відхилення, у вас є підстава сказати, що

зміна ймовірно сталася у водоймі, а не виникла через контамінацію, інгібіцію, чи помилку у пайплайні. Саме це робить метагеномні дані придатними для довготривалого нагляду й порівняння між сезонами та роками.

3.4. Мета-дані секвенування

У програмі моніторингу головна мета полягає в забезпеченні порівнянності результатів між різними локаціями, сезонами та роками. Це означає, що біоінформатичний аналіз теж має бути відтворюваним, а не одноразовим запуском, який неможливо повторити. Оскільки нанопорові дані залежать від вибору реагентів та програмного забезпечення (зокрема *basecalling*), правил фільтрації, якості, способу демультіплексування і версій довідкових баз, ці параметри потрібно документувати щоразу.

У звіті для ампліконового секвенування 16S варто фіксувати щонайменше: тип слайду (*flow cell type*), хімію (наприклад, R10.4.1), версію набору (*kit*), версію та модель програмного забезпечення (*basecaller*), а також налаштування демультіплексування. Зміни в наборах, слайдах, реагентах або програмному забезпеченні можуть впливати на якість прочитувань, ідентифікацію і визначення таксонів, що проявляються як партійні (серійні) ефекти (*batch effects*). Тобто навіть якщо водойма не змінилася, може бути зафіксований інший (хибний) склад угруповання і далі помилково інтерпретований як екологічна зміна. Без мета-даних такі відхилення легко переплутати з реальними трендами в екосистемі. Саме тому метадані секвенування настільки важливі: вони є частиною вимірювання, що дозволяє відрізнити технічні аберації від екологічних змін.

Практично, ці вимоги підтримують інструменти для відтворюваної біоінформатики. QIIME 2 важливий тим, що зберігає походження, джерело: автоматично записує дані, параметри і кроки аналізу, тож повторивши алгоритм схеми дослідження (*workflow*) можна отримати той самий результат (Bolyen et al. 2019). Системи керування робочими процесами, такі як Snakemake і Nextflow, перетворюють аналіз на чіткий рецепт, який стабільно запускається на різних комп'ютерах або інфраструктурах (Köster, Rahmann 2012; Di Tommaso et al. 2017). А групові ініціативи на кшталт nf-core допомагають зменшити хаотичні відмінності між командами та роками, підтримуючи пайплайни в перевіреному, контрольованому стані (Ewels et al. 2020). У контексті моніторингу це означає просту

річ: якщо помічено зміну в даних секвенування – є підстави вважати, що вона пов’язана з водою, а не з останнім оновленням інструментів.

3.5. Обробка даних секвенування

Обробка даних секвенування є етапом, на якому сирі послідовності (raw reads), отримані з нанопорового секвенатора, проходять фільтрацію та таксономічну класифікацію і зрештою перетворюються на фінальну таблицю складу мікробіому. Для довгочитного 16S таксономічну класифікацію зазвичай виконують двома основними шляхами. Перший: вирівнювання (alignment), тобто пряме зіставлення прочитуваних із референсними послідовностями; для цього часто використовують minimap2 (Li 2018). Другий: швидкі класифікатори для оперативного скринінгу (в реальному часі). Такі інструменти, як Centrifuge або Kraken 2, швидко класифікують прочитування за *k-mer*-підходом і дають змогу швидко оцінити, чи виглядає проба незвичною відносно базового стану ділянки (Kim et al. 2016; Wood et al. 2019). Водночас результати цих методів істотно залежать від того, яку саме базу даних використано і коли її оновлювали, тому ці параметри потрібно чітко фіксувати, щоб тренди можна було коректно порівнювати між сезонами та роками.

Окремо важливо занотовувати, як саме виконували демультіплексування та обрізування (trimming) праймерів/адаптерів (інструмент і ключові параметри), бо помилки на цьому кроці можуть призводити до плутанини прочитувань між зразками. Химерні послідовності (артефакти ПЛР) потрібно виявляти й видаляти на етапі обробки, щоб вони не створювали фальшиві нові таксони та не спотворювали оцінку складу й різноманіття. Кількість химер зростає при високій кількості циклів ПЛР/низькій ДНК концентрації, тому вміст химер може відрізнятися між сезонами. Так само потрібно чітко визначити формат фінального результату: це може бути таблиця кількостей прочитувань, згрупованих за ASV/OTU, або агрегована таксономічна таблиця (рід/вид) із прив’язкою до конкретної версії/релізу референсної бази для класифікації (наприклад, SILVA) (Quast et al. 2013).

3.6. Статистика

Більшість статистичних таблиць 16S-моніторингу мікробіому описують відносні частки, а не абсолютну кількість клітин у воді. Тобто ми бачимо, який відсоток прочитувань належить кожному таксону, але не знаємо кількості біомаси чи клітин у літрі води. Через це мікро-

біомні дані називають композиційними: якщо частка одних таксонів зростає, частка інших має зменшитися, навіть коли загальна кількість мікроорганізмів в об’ємі не змінилася. Якщо трактувати такі відносні дані як абсолютні, можна отримати неправильні висновки та хибні кореляції (Gloor et al. 2017; Quinn et al. 2019).

З практичної точки, для моніторингу краще застосовувати методи, які працюють саме з композиційною природою даних: лог-відношення (*log-ratios*) та їхні варіанти (наприклад, CLR/ILR-підходи) замість відносних часток або прямих порівнянь кількості прочитаних послідовностей між зразками (Quinn et al. 2019). Інтерпретацію значно підсилює прив’язка до абсолютної шкали: наприклад, qPCR, проточна цитометрія або spike-in стандарти, які дозволяють оцінювати не лише зміну частин, але й зміну загального мікробного навантаження (Vandeputte et al. 2017). Для моніторингу водойм це особливо корисно, коли цікавлять не просто домінуючі таксони, а зміна загальної біомаси/кількості клітин, як у випадках з ризиком гіпоксії, цвітіння тощо.

У ампліконних 16S-даних часто виникає технічна нерівність: різні проби мають різну кількість прочитаних послідовностей (різну “глибину” секвенування). Через це може з’являтися спокуса “вирівняти” дані підвибіркою (*rarefying*) – тобто випадково відібрати і залишити однакову кількість прочитувань у кожній пробі. На перший погляд це здається інтуїтивним підходом, але на практиці він має суттєвий недолік: навмисно відкидається частина інформації, а разом із нею, частина статистичної достовірності (*statistical power*). Це особливо відчутно, коли глибина секвенування значно відрізняється між пробами. У крайніх випадках доводиться або обрізати до найгіршої проби (тобто проби з найменшою кількістю прочитаних послідовностей ДНК), або втрачати цілі зразки, які не дотягують до порогу. У результаті порівняння між місцями, сезонами чи роками можуть стати менш стабільними, а деякі відмінності – виглядати відчутнішими або слабшими лише через те, як саме виконали підвибірку. Саме тому для більшості моніторингових задач рекомендують не обрізати (*trim*) дані випадковою підвибіркою, а застосовувати методи, які прямо враховують різну глибину секвенування у статистичній моделі або нормалізації, тобто контролювати кількість прочитаних послідовностей як технічний фактор, а не прибирати послідовності з найкращих наборів даних (McMurdie, Holmes 2014; Weiss et al. 2017).

Різні методи можуть давати різні списки (диференційна представленість/чисельність) важливих таксонів навіть на тих самих даних. Систематичні дослідження показують, що узгодженість між інструментами не є гарантованою, тому для моніторингу бажано робити перевірки чутливості: чи зберігається головний висновок, якщо застосувати 2–3 коректні методи та пороги чутливості (Nearing et al. 2022; Weiss et al. 2017). Оскільки дані композиційні, диференційні тести слід робити методами, які це враховують: ANCOM та ALDEx2 (Mandal et al. 2015; Fernandes et al. 2014). У звіті моніторингу доцільно чітко зазначати, який метод використано, які пороги чутливості/налаштування застосовано, і чи узгоджуються ключові сигнали між методами.

Для довготривалих програм (сезони/роки) з'являється ще одна типова проблема: серійний ефект (ефект партії, batch effect), коли відмінності між серіями виділення ДНК, бібліотек, слайдів (*flowcell*), версій програмного забезпечення (*basecaller*) або навіть різними днями роботи лабораторії можуть створювати артефакти даних. Для мікробіомних досліджень підходи до корекції/контролю серійного ефекту розглядають як важливий елемент коректного висновку. Якщо його не контролювати, можна переплутати технічну зміну з екологічним трендом. Практична рекомендація для аналізу довготривалих програм, щоб виключити серійний ефект – рандомізувати проби між серіями, додавати технічні коваріати у моделі (серія/партія/слайд/версія програмного забезпечення *basecalling*) та регулярно запускати стабільний контроль, щоб бачити стандартну похибку інструмента.

Нарешті, моніторинг майже завжди означає багато тестів одночасно (сотні таксонів, десятки порівнянь). Тому статистичні результати треба трактувати разом із контролем помилок множинного тестування (*multiple testing*). Найчастіше це робиться через визначення частки хибних відкриттів (*false discovery rate* (FDR); Benjamini, Hochberg 1995), що визначає, яка частка вірогідних результатів може бути хибною, коли тестів багато. Процедура Benjamini–Hochberg робить це, впорядковуючи *p-value* і встановлюючи поріг, який відповідає заданому рівню FDR. Але для менеджменту водойми важливо не лише значення *p*, а й розмір ефекту, його стабільність у часі та узгодженість із незалежними вимірюваннями (кисень, хлорофіл, токсини, каламутність). У моніторинговій практиці статистично значущий результат є лише частиною картини: рішення мають спиратися на поєднання статистики, екологічної інтерпретації

та контрольованої якості даних (Weiss et al. 2017; Nearing et al. 2022).

3.7. Доступність даних і коду

Довготривалий метагеномний моніторинг корисний лише настільки, наскільки його можна перевірити, відтворити та продовжити через рік або через п'ять років, навіть якщо зміниться дослідник, програміст чи програмне забезпечення. Якщо метагеноміка претендує на роль інструмента моніторингу, тоді дані, код і метадані стають частиною самого вимірювання, так само важливою, як фільтрація, контроль чи дизайн відбору. Тому мінімальна вимога моніторингу – відкриті бази даних прочитаних послідовностей (*raw reads*) у надійному публічному репозиторії, наданих разом із застосованим робочим алгоритмом схеми дослідження (*workflow*) з вказаними версією та параметрами, щоб аналіз можна було повторити (Bolyen et al. 2019). У цьому розділі буде обґрунтовано стандарти зі звітування та відтворюваності 16S-моніторингу озер і водно-болотних угідь (Таблиця 3).

Одних баз даних прочитаних послідовностей і моніторингу недостатньо без контексту. Щоб інші дослідники могли коректно порівнювати результати між сезонами, роками та локаціями, потрібні повні метадані: де і коли взято пробу, який тип середовища, які вимірювання зроблено в полі та які ключові параметри пробопідготовки використано. Саме для цього існують стандарти на кшталт MIxS/MIMARKS, які задають мінімальний набір полів, що робить дані придатними для повторного аналізу й порівняння між дослідницькими групами (Yilmaz et al. 2011). Також моніторинговим програмам допомагає управління даними у стилі FAIR (щоб дані було легко знайти та повторно використовувати з часом) і стабільний спосіб розповсюдження програм (наприклад, Bioconda), щоб зменшити проблему “працює лише на моєму комп'ютері”, коли змінюються інструменти або персонал (Grüning et al. 2018; Wilkinson et al. 2016).

Корисна паралель для екологічного моніторингу, консорціум MetaSUB (Metagenomics and Metadesign of Subways and Urban Biomes). Це глобальна співпраця, яка розглядає міста (особливо системи громадського транспорту) як стандартизовані “платформи відбору проб” для метагеноміки. MetaSUB показав, що узгоджений, багатосайтовий відбір проб зі спільними протоколами та багатими метаданими може створювати порівнювані “базові лінії” мікробіому між локаціями, але

Таблиця 3. Практичний список для звітування та відтворюваності в нанопорному 16S-моніторингу боліт і озер.
Table 3. Practical checklist for reporting and reproducibility in nanopore 16S monitoring of wetlands and lakes.

№	Стандарт	Мінімальні кроки	Потреба
1	Сирі дані	Завантажити <i>raw reads</i> у відкритий репозиторій та в тексті вказати <i>accession/</i> ідентифікатор набору даних.	Щоб інші могли перевірити результати, повторити обробку та використати дані в майбутніх порівняннях.
2	Пайплайн	Дати посилання на репозиторій/архів із <i>workflow</i> , вказати версію/реліз, ключові параметри та версії баз даних (Bolyen et al. 2019).	Щоб аналіз можна було відтворити без “прихованих” налаштувань і порівнювати між командами та роками.
3	Метадані	Заповнювати ключові поля за MlXs/ MIMARKS (де/коли/як зібрано пробу, основні параметри оселища, протоколи тощо). (Yilmaz et al. 2011)	Без метаданих дані важко інтерпретувати: навіть якісне секвенування стає “сиротою” без контексту.
4	Відтворюваність	Зафіксувати, як встановлювали залежності (наприклад, через Bioconda), і які версії пакетів використовували, щоб мінімізувати партійні ефекти (batch effects) через різні середовища (Grüning et al. 2018).	Щоб уникати ситуації “працює лише на моєму комп’ютері” і технічних розбіжностей між запусками.
5	Порівнюваність	У кожному сезоні/році зазначати, чи змінювалися версії інструментів і референсних баз; якщо так – коротко пояснити, як це враховано в аналізі (Wilkinson et al. 2016).	Щоб не переплутати реальні екологічні зміни з технічними зсувами через оновлення софту/баз даних.

Примітка: Мінімальні кроки, які потрібно описати у звіті такі, щоб дані та результати довготривалого ампліконного моніторингу були перевірюваними й порівнюваними між сезонами та роками: депонування сирих прочитувань (*accession*), публікація версійованого алгоритму схеми дослідження (*workflow*) із параметрами та базами даних, стандартизовані метадані (MlXs/ MIMARKS), фіксація програмного середовища для відтворюваності (наприклад, *Bioconda*) та документування змін версій інструментів/референсів у часі (Bolyen et al. 2019; Grüning et al. 2018; Wilkinson et al. 2016; Yilmaz et al. 2011).

Note: This table outlines the minimum steps that should be described in reports to ensure that data and results from long-term amplicon monitoring are verifiable and comparable across seasons and years. These include: deposition of raw sequencing reads in a public repository (with accession numbers); publication of a versioned analytical workflow including parameters and reference databases; use of standardized metadata (MlXs/MIMARKS); documentation of the software environment to ensure reproducibility (e.g., via Bioconda); and recording changes in tool and reference database versions over time (Bolyen et al. 2019; Grüning et al. 2018; Wilkinson et al. 2016; Yilmaz et al. 2011).

водночас зберігати локальні сигнатури та сигнали, важливі для громадського здоров’я (Afshinneko et al. 2016). Для водойм та озер немає еквіваленту MetaSUB, радше є набір комплементарних платформ і стандартів, які разом дають той самий ефект: порівнюваність між місцями та роками. Далі приведемо приклади деяких з існуючих платформ.

По-перше, це мережі, що стандартизують моніторинг середовища і дизайн спостережень. Наприклад, мережа GLEON (Global Lake Ecological Observatory Network) виросла саме з потреби робити порівнюваними високочастотні дані сенсорів (температура, кисень, стратифікація тощо) між озерами, щоб підтримувати моделі та менеджерські рішення. Для метагеноміки урок GLEON дуже прямий: якщо фізика й хімія води збираються за правилами, то біологічні (чи мікро-організмів) часові ряди стають набагато легше інтерпретованими, бо їх можна прив’язати до

режимів перемішування, притоків, сезонів і подій (Hamilton et al. 2015).

По-друге, це інфраструктури, що стандартизують протоколи відбору/метадані на великій території. Тут показовий приклад мережа NEON у США. Стандартизація для водойм – це насамперед стандарти метаданих і протоколів, а не лише вибір секвенатора (National Ecological Observatory Network [NEON] 2024). Тому перевага NEON в тому, що вона нав’язує дисципліну протоколів, метаданих і довгострокового планування, без яких моніторинг із часом перетворюється на набір несумісних проєктів.

По-третє, це екосистема стандартів для власне молекулярних даних. MlXs/MIMARKS задають мінімальний набір того, що треба описати для маркерних послідовностей, щоб чужі дані можна було зрозуміти й коректно порівняти (Yilmaz et al. 2011). У водних програмах це практично означає: навіть якщо сайти оселищ різні (болото vs озеро),

дослідник все одно прив'язує дані до однакового формату опису проби, середовища, протоколу, платформ і версій.

По-чортверте, це глобальні “парасолькові” ініціативи, які не є водними за фокусом, але дають уніфіковані протоколи та уявлення про масштаб. Тому кожен моніторинг може розглядатися як частина більшого глобального руху до сумісних екологічних даних, а не як “локальну екзотику”. Earth Microbiome Project показав, як стандартизація протоколів і метаданих дозволяє збирати й порівнювати дані між дуже різними екосистемами і саме сумісність даних відкриває шлях до багатомасштабних висновків (Thompson et al. 2017). Ocean Sampling Day показав приклад узгодженого глобального відбору зразків у один часовий момент і зі спільними правилами, що робить дані порівнюваними між локаціями (Korf et al. 2015).

Щоб підтримати висновки “моніторингового рівня”, метагеноміка озер і ветлендів спирається на спільний інструментарій, який охоплює три пов'язані потреби: відтворювану обробку, обґрунтоване таксономічне призначення та статистику, що враховує властивості ампліконних даних. Практична рамка для системи “озеро-ветленд” найкраще виглядає як комбінація: (I) сенсорного/гідрологічного каркаса в стилі GLEON, (II) дисципліни протоколів і метаданих у стилі NEON + MIXS/MIMARKS та (III) відкритої, FAIR-орієнтованої публікації даних і коду, щоб часові ряди не втрачали сенс з часом (Wilkinson et al. 2016).

Приклад: моніторинг континууму озера Балатон – ветленд Кіш-Балатон

Озеро Балатон (46°50' N, 17°40' E; Рис. 2) – мілководне прісноводне озеро на заході Угорщини та найбільше в Центральній Європі за площею поверхні. Озеро має витягнуту форму: середня ширина близько 7,6 км, а максимальна – приблизно 14 км. Хоча озеро значне за площею (~596 км²), його глибина невелика (середня глибина близько 3,5 м; максимальна ~11 м), тому фізичні процеси тут швидко впливають на стан води і на те, що ми побачимо в біологічних даних. Північний берег озера оточений пагорбами передгір'я Баконських гір з вулканічними ґрунтами і відомий ландшафтами з виноградниками, тоді як південний берег переважно рівнинний і значною мірою зайнятий рекреаційною інфраструктурою (UNESCO 2017).

За типом змішування оз. Балатон є поліміктичним: у ньому зазвичай не формується стабільна

сезонна стратифікація, а під час штормів дрібний донний осад легко підіймається у товщу води. Через це вода часто виглядає каламутною, з високою концентрацією неорганічних зважених частинок (Istvánovics et al. 2007). Для моніторингу це принципово: і гідрологія, і перемішування можуть змінювати локальні умови за короткий час, а отже дизайн відбору проб має відображати просторову структуру озера.



Рис. 2. Загальний вигляд озера Балатон з півострову Тигонь (Tihany).

Fig. 2. General view of Balaton Lake from the Tihany Peninsula.

З практичної точки зору, оз. Балатон зручно систематично описувати через його поділ на чотири основні басейни уздовж гідрологічних градієнтів із заходу на схід (Рис. 3). Такий поділ важливий як робоча схема: басейни відрізняються впливом притоків, перемішуванням і часом утримання води, а отже можуть мати різні “підписи” мікробіому.

Ключовою частиною цього прикладу є система водного захисту Кіш-Балатону (KBWPS). Колишнє озеро, а сьогодні – напівштучний комплекс водно-болотних угідь, створений для перехоплення поживних речовин, зважених частинок та органічних речовин з вод річки Зала (Zala) до того, як ці води потраплять в озеро Балатон (Tátraí et al. 2000). Для екологічної геноміки ця система особливо цінна тим, що формує чіткий гідрологічний континуум річка–ветленд–озеро. Тобто є можливість спостерігати, як угруповання мікроорганізмів змінюються між пов'язаними оселищами вздовж реального шляху потоку води (Рис. 3).

Результати та обговорення

Повно-довжинне 16S-профілювання на платформі ONT уздовж континууму Балатон–KBWPS дає два типи сигналів, які особливо зручні для моніторингу. По-перше, всередині KBWPS видно

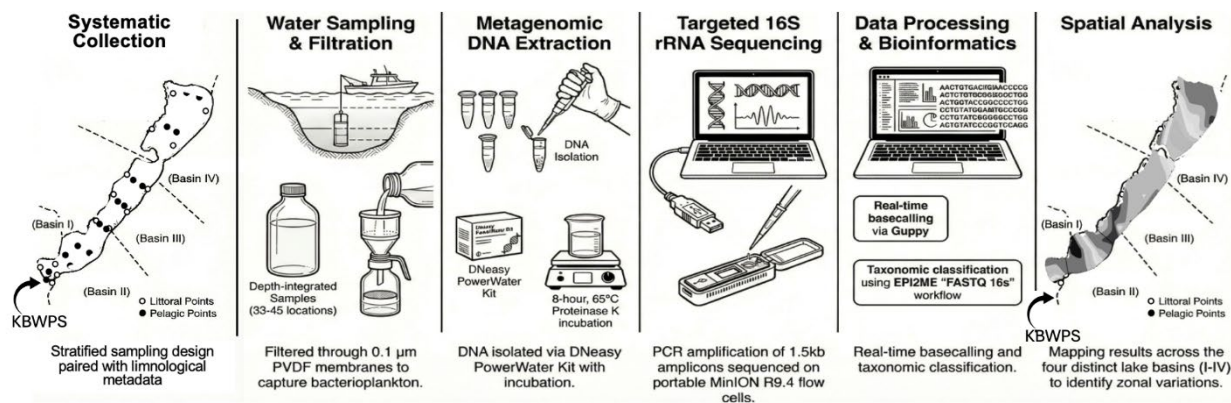


Рис. 3. Моніторинг мікробіому озера Балатон з урахуванням гідрологічного контексту та польових досліджень (модифіковано з Castro-Marquez et al. 2025).

Fig. 3. Microbiome monitoring of Lake Balaton incorporating hydrological context and field-based analysis (modified from Castro-Marquez et al. 2025).

Примітка: (I) систематичний підхід до відбору проб для моніторингу озера уздовж гідрологічних градієнтів (II) набір проб та фільтрацію; (III) виділення метагеномної ДНК; (IV) нанопорове секвенування повнодовжинного 16S у режимі потокового аналізу; (V) обробка та біоінформатичний дата аналіз даних та біоінформатика; (VI) карта з результатами просторового аналізу моніторингу.

Note: (I) a systematic sampling strategy for lake monitoring along hydrological gradients; (II) sample collection and filtration; (III) extraction of metagenomic DNA; (IV) nanopore sequencing of full-length 16S rRNA genes using real-time streaming analysis; (V) data processing and bioinformatic analysis; and (VI) a map presenting the spatial monitoring results.

різкі та повторювані переходи угруповань між з'єднаними секторами ветленду, тобто ветленд працює як "ланцюжок різних середовищ", а не як однорідна зона. По-друге, в самому озері Балатон простежується спільне ядро бактеріопланктонного угруповання, яке повторюється між басейнами, але поверх нього накладається просторова структура, пов'язана з басейнами та впливом притоків (Castro-Marquez et al. 2025; Tóth et al. 2026). Така картина узгоджується з загальною ідеєю типових ліній бактеріопланктону, які повторюються в різних прісноводних озерах, але реагують на режим перемішування, поживні речовини та властивості органічної речовини (Newton et al. 2011).

Система Балатон–KBWPS також добре підходить для моніторингового дизайну тому, що її стан змінюється під впливом гідрологічного регулювання, кліматичної мінливості та змін у надходженні речовин із водозбору. Це означає, що станції та повторення потрібно планувати так, щоб вони були прив'язані до гідрології та часу (пори року), інакше можна не відрізнити реальні зміни від ефектів відбору проб (Hatvani et al. 2011; 2020; Kovács et al. 2012). У цьому сенсі континуум річка–ветленд–озеро можна розглядати як природний експеримент: він дозволяє перевіряти, як змінюються угруповання вздовж пов'язаних оселищ і як ці зміни пов'язані з вимірними екологічними градієнтами (Farkas et al. 2022; Tóth 2023).

Практично було застосовано два взаємодоповнювальні дизайни. Для оз. Балатон було створено стратифіковану мережу станцій за басейнами та ключовими типами оселищ (наприклад, прибережна зона проти відкритої води), щоб фіксувати градієнти, пов'язані з притоками, перемішуванням і часом утримання води (Castro-Marquez et al. 2025). Для KBWPS, закладено трансекту вздовж шляху водного потоку від річки Зала через сектори ветленду до їхнього витоку та потрапляння до водного басейну озера, щоб зробити зв'язок між водоймами "віссю", яку можна порівнювати між сезонами й роками (Tóth et al. 2026). В обох випадках молекулярні проби супроводжувалися лімнологічними вимірюваннями, щоб інтерпретація мікробних зсувів була пов'язана з конкретними, вимірними умовами середовища (Castro-Marquez et al. 2025; Tóth et al. 2026). Такий підхід відповідає загальним рекомендаціям для відтвореного метагеномного моніторингу, де дизайн і повторення є ключем до надійних висновків (Knight et al. 2012).

У підсумку цей кейс показує, як портативну 16S-метагеноміку з ONT можна перевести з рівня разового опису в інструмент постійного моніторингу. У оз. Балатон ми отримуємо базову лінію у вигляді спільного "ядра" бактеріопланктону та просторову структуру між басейнами, а у KBWPS – чіткі переходи угруповань між

пов'язаними оселищами ветленду. Разом це дає дві комплементарні метрики для нагляду: стабільність ядра і швидкість/масштаб заміни угруповань (*turnover*) як потенційно чутливий індикатор змін стану системи, релевантних для менеджменту водних ресурсів (Castro-Marquez et al. 2025; Tóth et al. 2026).

Висновки

Екологічна метагеноміка у внутрішніх водах швидко переходить від простого опису таксонів у системі до підходу рівня нагляду, який може підтримувати своєчасні менеджерські рішення. Один із головних рушіїв цього процесу – портативне секвенування Oxford Nanopore (ONT), яке дозволяє отримувати дані безпосередньо в полі та працювати з ними в режимі потоку (*streaming*), а не очікувати тижні на результати з централізованої лабораторії (Urban et al. 2021). Друга важлива перевага – це можливість працювати з довшими ампліконами, включно з повнодовжинним 16S рРНК (~1,45–1,55 кб), що зазвичай дає кращу таксономічну роздільну здатність, ніж короткі фрагменти однієї гіперваріабельної ділянки (Zhang et al. 2023).

Сама по собі передова технологія не гарантує якості висновків. Щоб метагеномні сигнали справді відображали стан водойми, їх потрібно вбудувати у правильний дизайн спостережень. Для озер і ветлендів це особливо важливо, бо мікроорганізми швидко реагують на рух води, переміщення, притоки/витоки та межі між оселищами. Якщо дизайн відбору проб ігнорує гідрологію, зростає ризик переплутати просторові або сезонні коливання з “ новою проблемою”, якої насправді немає (Knight et al. 2012).

З практичної точки зору менеджерам зазвичай потрібні не “повні списки таксонів”, а зрозумілі індикатори, які можна пов'язати з рішеннями. Наприклад: наскільки стабільною є базове (ядро) угруповання; чи з'являються аномальні групи, яких раніше не було; чи пов'язані мікробні зсуви зі змінами екологічних змінних, таких як температура, каламутність, хлорофіл-а або CDOM. Саме тут перевага ONT у часі стає критичною: коли дані приходять одразу, їх можна використати для оперативної дії (додатковий відбір, уточнювальні вимірювання, посилення контролю), а не лише для ретроспективного звіту наприкінці сезону (Urban et al. 2021).

Окрема умова стабільного моніторингу – відтворюваність. Тому додаткові метадані – це важлива частина моніторингу (Bolyen et al. 2019).

У нанопорових даних результат помітно залежить від версій реагентів слайду/*flowcell*, *basecalling*-моделі, параметрів фільтрації якості та від того, яку саме референсну базу й реліз використано для таксономічного призначення. У довгих часових рядах це прямо зменшує ризик переплутати похибки процесу секвенування з реальними екологічними змінами.

Не менш важливою є статистична інтерпретація. Ампліконні таблиці 16S зазвичай відображають відносні частки, а не абсолютну кількість клітин. Через це дані мають композиційну природу, і “наївні” кореляції можуть бути хибними: якщо частка однієї групи зростає, частка іншої неминуче падає, навіть без змін у реальній біомасі (Gloor et al. 2017). Там, де це можливо, корисно додавати абсолютну шкалу (qPCR, точна цитометрія, *spike-in* стандарти), щоб відрізнити “перерозподіл часток” від реальних змін загального мікробного навантаження (Vandeputte et al. 2017). Так само варто обережно ставитися до підвибірки (*rarefying*): вона здається простим способом вирівняти глибину секвенування, але фактично відкидає дані й часто зменшує потужність статистичного аналізу; у моніторингу зазвичай краще застосовувати методи, що статистично враховують різну глибину, не “обрізаючи” інформацію (McMurdie, Holmes 2014; Weiss et al. 2017). Нарешті, різні методи диференційної представленості можуть давати різні списки таксонів, тому корисно робити перевірки чутливості та прозоро звітувати, наскільки стабільні висновки (Nearing et al. 2022).

І, нарешті, довготривалий моніторинг має сенс лише тоді, коли його можна перевірити й продовжити. Мінімальний стандарт – відкритість даних, чіткі супроводжуючі метадані та програми аналізу з анотованими параметрами, щоб їх можна було легко знайти, отримати, інтерпретувати й повторно використати (Wilkinson et al. 2016). У підсумку це перетворює метагеноміку на інструмент, який реально підтримує моніторинг і менеджмент водними екосистемами.

У підсумку ми подаємо основні біоінформатичні фреймворки та аналітичні методи, які найчастіше використовують для цього: від систем робочих процесів і платформ, що стабілізують обробку з року в рік (Bolyen et al. 2019; Di Tommaso et al. 2017; Köster, Rahmann 2012), до курованих референсних ресурсів та інструментів для вирівнювання/класифікації довгочитів, які визначають, як саме маркуються прочитування (Kim et al. 2016; Li 2018; Quast et al. 2013; Wood et al. 2019).

Таблиця 4 також підкреслює статистичні підходи, що враховують композиційну природу 16S-даних і заохочують перевірки чутливості, включно з фреймворками композиційного аналізу та інструментами диференційної чисельності, поширеними в дослідженнях мікробіомів (Fernandes et al. 2014; Gloor et al. 2017; Mandal et al. 2015; Nearing et al. 2022; Weiss et al. 2017).

Рекомендації органам екологічного менеджменту для метагеномного моніторингу водно-болотних угідь та прісноводних озер

Ми пропонуємо, щоб комплексні стратегії менеджменту озер інтегрували екологічну метагеноміку в рутинний нагляд. Органам управління варто впроваджувати ієрархічну систему моніторингу, яка використовує економічно ефективне ампліконне профілювання для частих “переписів” (високочастотного спостереження), а шотган-метагеноміку або метатранскриптоміку залишає для механістичних досліджень, які запускаються у відповідь на аномальні екологічні події. Щоб оптимізувати діагностику майже в реальному часі,

Таблиця 4. Інструменти, стандарти та статистичні підходи для відтворюваного 16S-довгочитового моніторингу.

Table 4. Tools, standards, and statistical approaches for reproducible 16S long-read monitoring.

Роль у моніторингу	Визначення	Приклади	Мінімальна звітність	Потреба
1. Стандарти опису даних і контексту	Правила, які “пояснюють” пробу та роблять дані порівнюваними	MIxS/MIMARKS (Yilmaz et al. 2011); FAIR (Wilkinson et al. 2016)	Поля метаданих (де/коли/як відібрано; параметри середовища); де зберігаються дані; умови повторного використання	Щоб через 2–5 років дані можна було правильно інтерпретувати й порівняти
2. Відтворюваність обчислень (workflow)	“Рецепт” аналізу, який можна повторити	Snakemake (Köster, Rahmann 2012); Nextflow (Di Tommaso et al. 2017); nf-core (Ewels et al. 2020)	Посилання на workflow; версія/реліз; параметри; контрольні файли; як запускали (локально/HPC/хмара)	Щоб аналіз не залежав від “людини, яка тоді запускала”
3. Платформа аналізу ампліконів	“Комбайн” для стандартних кроків 16S-аналізу з provenance	QIIME 2 (Bolyen et al. 2019)	Версія QIIME 2; плагіни/кроки; налаштування; експортовані артефакти/звіт	Щоб результати були відтворювані й простежувані
4. Середовище програм (залежності)	Спосіб стабільно встановлювати однакові версії програм	Bioconda (Grüning et al. 2018)	Як керували версіями (environment.yml/lockfile); ключові версії інструментів	Щоб зменшити різницю через різні “програмні середовища”
5. Референсні бази	Довідники, від яких залежить таксономія	SILVA (Quast et al. 2013)	Назва бази + реліз/версія; як будували/фільтрували базу	Щоб оновлення не маскувалося як екологічний тренд
6. Таксономічне визначення (алайнмент/класифікація)	Інструменти, які перетворюють прочитування на таксони	minimap2 (Li 2018); Kraken 2 (Wood et al. 2019); Centrifuge (Kim et al. 2016)	Який метод; пороги якості; версія бази; параметри класифікації	Різні підходи можуть давати різні профілі навіть на тих самих даних
7. Статистична інтерпретація 16S-таблиць	Робота з композиційністю (відносні дані)	Композиційний підхід (Gloor et al. 2017; Quinn et al. 2019)	Які трансформації/метрики; як контролювали глибину секвенування	Щоб уникати хибних кореляцій і “ефектів частки”
8. Диференційна представленість (DA)	Методи, які порівнюють “що змінилося” між станами	ANCOM (Mandal et al. 2015); ALDEx2 (Fernandes et al. 2014)	Який метод; пороги; чи перевіряли надійність висновків	Різні DA-методи можуть давати різні списки таксонів
9. Перевірки чутливості та бенчмаркінг	Практика: показати, що висновки не “ламкі”	Порівняння методів/стабільність результатів (Nearing et al. 2022; Weiss et al. 2017)	Чи зберігаються ключові висновки при зміні методу/порогів	Особливо важливо для моніторингу, де рішення приймають за трендами
10. НЕ робити “за замовчуванням”	Методологічне попередження	Rarefying як default (McMurdie, Holmes 2014)	Якщо застосовували : чому; які наслідки для потужності	Це може “обрізати” дані й послабити висновки

Примітка: компоненти класифіковані за їхньою роллю в моніторинговому процесі: (1) стандарти опису даних, (2) відтворюваний запуск аналізу, (3) таксономічне визначення/референси, (4) статистична інтерпретація та перевірки чутливості. Ці кроки зменшують “змішування рівнів” і полегшують відтворюване щорічне звітування (Bolyen et al. 2019; Di Tommaso et al. 2017; Köster, Rahmann 2012; Quast et al. 2013; Wilkinson et al. 2016; Yilmaz et al. 2011).

Note: components are categorized by their role in the monitoring process: (1) data description standards, (2) reproducible analysis run, (3) taxonomic definition/references, (4) statistical interpretation and sensitivity checks. These steps reduce “level mixing” and facilitate reproducible annual reporting (Bolyen et al. 2019; Di Tommaso et al. 2017; Köster, Rahmann 2012; Quast et al. 2013; Wilkinson et al. 2016; Yilmaz et al. 2011).

політикам і регуляторам слід підтримувати адаптивні, напіваавтоматичні протоколи відбору проб, які надають пріоритет секвенуванню генетичних маркерів, важливих для менеджменту. Сюди належать маркери, пов'язані зі шкідливими “цвітіннями” водоростей, індикаторами фекального забруднення або антибіотикорезистентності.

Ефективні програми моніторингу мають бути побудовані з урахуванням гідрологічних характеристик цільової системи, щоб точки відбору відображали типові водні маси та різноманіття біотопів, зокрема відкритоводні басейни, літоральні зони та водно-болотні угіддя з домінуванням макрофітів. Менеджерським органам слід застосовувати градієнтні дизайни відбору проб, які враховують гідрологію й лімнологію керованих водойм, а також зв'язність між притоками та витоками. Збір даних потрібно підтримувати з частотою, достатньою для опису надійної сезонної динаміки й формування базових ліній; під час значних екологічних збурень варто планувати інтенсивніші серії відбору проб.

Технічні протоколи екстракції ДНК і фільтрації слід адаптувати до умов конкретної ділянки та ретельно документувати всі особливості. Практикам варто відходити від простих оцінок відносної чисельності й переходити до кількісного профілювання мікробіому, додаючи методи абсолютного масштабування – наприклад, кількісну ПЛР (qPCR), проточну цитометрію або внутрішні spike-in стандарти.

Політичні ініціативи мають надавати пріоритет створенню й підтримці керованих регіональних і локальних довідкових баз даних, специфічних для прісноводних екосистем, щоб максимально використати та розширити таксономічну роздільну здатність, яку дають повнодовжинні послідовності. Майбутні менеджерські втручання повинні прагнути міждисциплінарної інтеграції: поєднувати індикатори угруповань мікроорганізмів із гідродинамічними чисельними моделями

та продуктами супутникового дистанційного зондування, щоб перейти від описових оцінок до прогнозування переходів станів екосистем. Розглядаючи зміну складу угруповань (*turnover*) як чутливий індикатор “фільтрації” середовищем і функціонального здоров'я системи, регулятори зможуть краще оцінювати ефективність систем водного захисту та завчасно передбачати ризики, зокрема гіпоксію або початок “цвітіння”.

Подяки

Це дослідження виконувалося в межах магістерської роботи (MS Thesis) з біологічних наук і було підтримане стартовим фондом Оклендського університету та програмою гостьового стажування в Балатонському лімнологічному інституті Центру екологічних досліджень Угорської академії наук.

Фінансування

Дослідження Віктора Р. Товта були підтримані проєктом RRF-2.3.1-21-2022-00008 та стипендією Fulbright 2022. Стефані О. Кастро-Маркес, Валтер В. Волфсбергер і Тарас Х. Олексик отримали підтримку для проведення досліджень через стартовий фонд Оклендського університету, а роботи Тараса Х. Олексика також були виконані в рамках гостьового стажування у Балатонському лімнологічному інституті Центру екологічних досліджень Угорської академії наук.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Дозволи

У цьому дослідженні не проводилися роботи за участю тварин або людей, воно не проводилося на приватних чи охоронюваних територіях. Для відповідних локацій не вимагалось спеціальних дозволів.

AFSHINNEKOO, E., MEYDAN, C., CHOWDHURY, S., JAROUDI, D., BOYER, C., BERNSTEIN, N., MARITZ, J. M., REEVES, D., GANDARA, J., CHHANGAWALA, S., AHSANUDDIN, S., SIMMONS, A., NESSEL, L., SUNDARESH, B., PEREIRA, E., JØRGENSEN, T. S., KOLOKOTRONIS, S.-O., KIRCHBERGER, N., GARCIA, I., ... MASON, C. E. (2016) Geospatial resolution of human and bacterial diversity with city-scale metagenomics. *Microbiome*, 4, 24. <https://doi.org/10.1186/s40168-016-0168-z>

AMANN, R. I., LUDWIG, W., SCHLEIFER, K.-H. (1995) Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological Reviews*, 59(1), 143–169. <https://doi.org/10.1128/mr.59.1.143-169.1995>

ANDERSON, M. J. (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1), 32–46. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>

BENJAMINI, Y., HOCHBERG, Y. (1995) Controlling

- the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 57, 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- BOLYEN, E., RIDEOUT, J. R., DILLON, M. R., BOKULICH, N. A., ABNET, C. C., AL-GHALITH, G. A., ALEXANDER, H., ALM, E. J., ARUMUGAM, M., ASNICAR, F., BAI, Y., BISANZ, J. E., BITTINGER, K., BREJNROD, A., BRISLAWN, C. J., BROWN, C. T., CALLAHAN, B. J., CARABALLO-RODRÍGUEZ, A. M., CHASE, J., ... CAPORASO, J. G. (2019) Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. *Nature Biotechnology*, 37(8), 852–857. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0209-9>
- BRAY, J. R., CURTIS, J. T. (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325–349. <https://doi.org/10.2307/1942268>
- BYAPPANAHALLI, M. N., NEVERS, M. B., KORAJKIC, A., WHITMAN, R. L. (2021) Influence of filter pore size on bacterial communities in Lake Michigan coastal waters. *Frontiers in Microbiology*, 12, 665664. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.665664>
- CALLAHAN, B. J., MCMURDIE, P. J., ROSEN, M. J., HAN, A. W., JOHNSON, A. J. A., HOLMES, S. P. (2016) DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature Methods*, 13(7), 581–583. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3869>
- CAPORASO, J. G., LAUBER, C. L., WALTERS, W. A., BERG-LYONS, D., LOZUPONE, C. A., TURNBAUGH, P. J., FIERER, N., KNIGHT, R. (2011) Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (Supplement 1), 4516–4522. <https://doi.org/10.1073/pnas.1000080107>
- CASTRO-MARQUEZ, S. O., TÓTH, V. R., KOLCHANOVA, S., WOLFSBERGER, W. W., OLEKSYK, T. K. (2025) A long-read sequencing approach to high-resolution profiling of bacterioplankton diversity in a shallow freshwater lake. *Scientific Reports*, 15, 96558. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96558-7>
- CASTRO-WALLACE, S. L., CHIU, C. Y., JOHN, K. K., STAHL, S. E., RUBINS, K. H., MCINTYRE, A. B. R., ... BURTON, A. S. (2017) Nanopore DNA sequencing and genome assembly on the International Space Station. *Scientific Reports*, 7, 18022. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18364-0>
- DI TOMMASO, P., CHATZOU, M., FLODEN, E. W., BARJA, P. P., PALUMBO, E., NOTREDAME, C. (2017) Nextflow enables reproducible computational workflows. *Nature Biotechnology*, 35(4), 316–319. <https://doi.org/10.1038/nbt.3820>
- DOUGLAS, G. M., MAFFEI, V. J., ZANEVELD, J. R., YURGEL, S. N., BROWN, J. R., TAYLOR, C. M., ... LANGILLE, M. G. I. (2020) PICRUSt2 for prediction of metagenome functions. *Nature Biotechnology*, 38(6), 685–688. <https://doi.org/10.1038/s41587-020-0548-6>
- EWELS, P. A., PELTZER, A., FILLINGER, S., PATEL, H., ALNEBERG, J., WILM, A., GARCIA, M. U., DI TOMMASO, P., NAHNSEN, S. (2020) The nf-core framework for community-curated bioinformatics pipelines. *Nature Biotechnology*, 38(3), 276–278. <https://doi.org/10.1038/s41587-020-0439-x>
- FAITH, D. P. (1992) Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation*, 61(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(92\)91201-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(92)91201-3)
- FARKAS, M., SZOBOSZLAY, S., VÖRÖS, L., LOVÁSZ, Z., MÉHES, N., MÁTYÁS, K., ... KRISZT, B. (2022) Bacterial community dynamics along a river–wetland–lake system. *Water*, 14(21), 3519. <https://doi.org/10.3390/w14213519>
- FAUST, K., LAHTI, L., GONZE, D., DE VOS, W. M., RAES, J. (2015) Metagenomics meets time series analysis: Unraveling microbial community dynamics. *Current Opinion in Microbiology*, 25, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2015.04.004>
- FERNANDES, A. D., REID, J. N., MACKLAIM, J. M., MCMURROUGH, T. A., EDGELL, D. R., GLOOR, G. B. (2014) Unifying the analysis of high-throughput sequencing datasets: Characterizing RNA-seq, 16S rRNA gene sequencing and selective growth experiments by compositional data analysis. *Microbiome*, 2, 15. <https://doi.org/10.1186/2049-2618-2-15>
- GLOOR, G. B., MACKLAIM, J. M., PAWLOWSKY-GLAHN, V., EGOZCUE, J. J. (2017) Microbiome datasets are compositional: And this is not optional. *Frontiers in Microbiology*, 8, 2224. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02224>
- GOLDBERG, C. S., TURNER, C. R., DEINER, K., KLYMUS, K. E., THOMSEN, P. F., MURPHY, M. A., SPEAR, S. F., MCKEE, A., OYLER-MCCANCE, S. J., CORNMANN, R. S., LARAMIE, M. B., MAHON, A. R., LANCE, R. F., PILLIOD, D. S., STRICKLER, K. M., WAITS, L. P., FRIEMER, A. K., TAKAHARA, T., HERDER, J. E., TABERLET, P. (2016) Critical considerations for the application of environmental DNA methods to detect aquatic species. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(11), 1299–1307. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12595>
- GRÜNING, B., DALE, R., SJÖDIN, A., CHAPMAN, B. A., ROWE, J., TOMKINS-TINCH, C. H., VALIERIS, R., KÖSTER, J. (2018) Bioconda: Sustainable and comprehensive software distribution for the life sciences. *Nature Methods*, 15(7), 475–476. <https://doi.org/10.1038/s41592-018-0046-7>
- HAMILTON, D. P., CAREY, C. C., ARVOLA, L., ARZBERGER, P., BREWER, C., COLE, J. J., GAISER, E., HANSON, P. C., IBELINGS, B. W., JENNINGS, E., KRATZ, T. K., LIN, F.-P., MCBRIDE, C. G., DE EYTO, E., WEATHERS, K. C. (2015) A Global Lake Ecological Observatory Network (GLEON) for synthesising high-frequency sensor data for validation of deterministic ecological models. *Inland Waters*, 5(1), 49–56. <https://doi.org/10.5268/IW-5.1.566>

- HAN, Y., HE, J., LI, M., PENG, Y., JIANG, H., ZHAO, J., LI, Y., DENG, F. (2024) Unlocking the potential of metagenomics with the PacBio high-fidelity sequencing technology. *Microorganisms*, 12(12), 2482. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12122482>
- HATVANI, I. G., KOVÁCS, J., SZÉKELY KOVÁCS, I., JAKUSCH, P., KORPONAI, J. (2011) Analysis of long-term water quality changes in the Kis-Balaton Water Protection System with time series-, cluster analysis and Wilks' lambda distribution. *Ecological Engineering*, 37(4), 629–635. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.12.028>
- HATVANI, I. G., DE BARROS, V. D., TANOS, P., KOVÁCS, J., SZÉKELY KOVÁCS, I., CLEMENT, A. (2020) Spatiotemporal changes and drivers of trophic status over three decades in the largest shallow lake in Central Europe, Lake Balaton. *Ecological Engineering*, 151, 105861. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105861>
- HUGENHOLTZ, P., GOEBEL, B. M., PACE, N. R. (1998) Impact of culture-independent studies on the emerging phylogenetic view of bacterial diversity. *Journal of Bacteriology*, 180(18), 4765–4774. <https://doi.org/10.1128/JB.180.18.4765-4774.1998>
- ISTVÁNOVICS, V., CLEMENT, A., SOMLYÓDY, L., SPECZIÁR, A., G-TÓTH, L., PADISÁK, J. (2007) Updating water quality targets for shallow Lake Balaton (Hungary), recovering from eutrophication. In B. Qin, Z. Liu, & K. Havens (Eds.), *Eutrophication of Shallow Lakes with Special Reference to Lake Taihu, China*. Springer. pp. 305–318. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6158-5_31
- J. CRAIG VENTER INSTITUTE (2004) Global Ocean Sampling Expedition (GOS). <https://www.jcvi.org/research/gos>
- JOHNSON, J. S., SPAKOWICZ, D. J., HONG, B.-Y., PETERSEN, L. M., DEMKOWICZ, P., CHEN, L., ... WEINSTOCK, G. M. (2019) Evaluation of 16S rRNA gene sequencing for species and strain-level microbiome analysis. *Nature Communications*, 10, 5029. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13036-1>
- JOHNSON, S. S., ZAIKOVA, E., GOERLITZ, D. S., BAI, Y., TIGHE, S. W. (2017) Real-time DNA sequencing in the Antarctic Dry Valleys using the Oxford Nanopore sequencer. *Journal of Biomolecular Techniques*, 28(1), 2–7. <https://doi.org/10.7171/jbt.17-2801-009>
- KIM, D., SONG, L., BREITWIESER, F. P., SALZBERG, S. L. (2016) Centrifuge: Rapid and sensitive classification of metagenomic sequences. *Genome Research*, 26(12), 1721–1729. <https://doi.org/10.1101/gr.210641.116>
- KIM, M., PONGPANICH, M., PORNTAVEETUS, T. (2024) Unraveling metagenomics through long-read sequencing: A comprehensive review. *Journal of Translational Medicine*, 22, 111. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-04917-1>
- KNIGHT, R., JANSSON, J., FIELD, D., FIERER, N., DESAI, N., FUHRMAN, J. A., ... GILBERT, J. A. (2012) Unlocking the potential of metagenomics through replicated experimental design. *Nature Biotechnology*, 30(6), 513–520. <https://doi.org/10.1038/nbt.2235>
- KOPF, A., BICAK, M., KOTTMANN, R., SCHNETZER, J., KOSTADINOV, I., LEHMANN, K., ... GLÖCKNER, F. O. (2015) The Ocean Sampling Day Consortium. *Standards in Genomic Sciences*, 10, 27. <https://doi.org/10.1186/s13742-015-0066-5>
- KOVÁCS, J., NAGY, M., CZAUNER, B., SZÉKELY KOVÁCS, I., BORSODI, A. K., HATVANI, I. G. (2012) Delimiting sub-areas in water bodies using multivariate data analysis on the example of Lake Balaton (W Hungary). *Journal of Environmental Management*, 110, 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.06.002>
- KÖSTER, J., RAHMANN, S. (2012) Snakemake—A scalable bioinformatics workflow engine. *Bioinformatics*, 28(19), 2520–2522. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts480>
- LANGILLE, M. G. I., ZANEVELD, J., CAPORASO, J. G., MCDONALD, D., KNIGHTS, D., REYES, J. A., ... BEIKO, R. G. (2013) Predictive functional profiling of microbial communities using 16S rRNA marker gene sequences. *Nature Biotechnology*, 31(9), 814–821. <https://doi.org/10.1038/nbt.2676>
- LI, H. (2018) Minimap2: Pairwise alignment for nucleotide sequences. *Bioinformatics*, 34(18), 3094–3100. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty191>
- LIN, X., WARING, K., GHEZZI, H., TROPINI, C., TYSON, J., ZIELS, R. M. (2024) High accuracy meets high throughput for near full-length 16S ribosomal RNA amplicon sequencing on the Nanopore platform. *PNAS Nexus*, 3(10), pgae411. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae411>
- LINZ, A. M., AYLWARD, F. O., BERTILSSON, S., MCMAHON, K. D. (2020) Time-series metatranscriptomes reveal conserved patterns between phototrophic and heterotrophic microbes in diverse freshwater systems. *Limnology and Oceanography*, 65(8), 1767–1783. <https://doi.org/10.1002/lno.11306>
- LOZUPONE, C., KNIGHT, R. (2005) UniFrac: A new phylogenetic method for comparing microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(12), 8228–8235. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.12.8228-8235.2005>
- MANDAL, S., VAN TREUREN, W., WHITE, R. A., EGGESBØ, M., KNIGHT, R., PEDDADA, S. D. (2015) Analysis of composition of microbiomes: A novel method for studying microbial composition. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 26, 27663. <https://doi.org/10.3402/mehd.v26.27663>
- MARRONE, B. L., BANERJEE, S., TALAPATRA, A., GONZALEZ-ESQUER, C. R., PILANIA, G. (2023) Toward a predictive understanding of cyanobacterial harmful algal blooms through AI integration of physical, chemical, and biological data. *ACS ES&T Water*, 4, 844–858. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.3c00369>
- McMURDIE, P. J., HOLMES, S. (2014) Waste not, want not: Why rarefying microbiome data is inadmissible. *PLOS Computational Biology*, 10(4), e1003531.

- <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003531>
- MENEGON, M., CANTALONI, C., RODRIGUEZ-PRIETO, A., CENTOMO, C., ABDELFAH, A., ROSSATO, M., ... DELLEDONNE, M. (2017) On site DNA barcoding by nanopore sequencing. *PLOS ONE*, 12(10), e0184741. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184741>
- NATIONAL ECOLOGICAL OBSERVATORY NETWORK (NEON) (2024) Microbial community sampling protocol (NEON.DOC.015675). Available at: <https://www.neonscience.org/>
- NEARING, J. T., DOUGLAS, G. M., HAYES, M. G., MACDONALD, J., DESAI, D. K., ALLWARD, N., ... LANGILLE, M. G. I. (2022) Microbiome differential abundance methods produce different results across 38 datasets. *Nature Communications*, 13, 342. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28034-z>
- NEWTON, R. J., JONES, S. E., EILER, A., MCMAHON, K. D., BERTILSSON, S. (2011) A guide to the natural history of freshwater lake bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 75(1), 14–49. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00028-10>
- OLEKSYK, T. Kh., WOLFSBERGER, V. V., SHCHUBELKA, Kh. M., HASYNETS, Y. S., KISH, R. Y., VAKERYCH, M. M., MIRUTENKO, V. S., HUKLYVSKA, A. V., KURUTSA, O. S., DUBIV, O. V., SHYLOVA, N. O., KEDYK, H. V., SHTEFANIAK, I. I. (2025) Khab na kordon: UzhNU yak tsentr bioinformatyky ta henomiky v umovakh viiny. *Proceedings of the 79th Conference of professors and lecturers of UzhNU, Seriya Biologiya*, Tom I. 27.02.2025, Uzhhorod, Vydavnytstvo UzhNU «Hoverla», p. 19. (in Ukrainian)
- PACE, N. R. (1997) A molecular view of microbial diversity and the biosphere. *Science*, 276(5313), 734–740. <https://doi.org/10.1126/science.276.5313.734>
- QUAST, C., PRUESSE, E., YILMAZ, P., GERKEN, J., SCHWEER, T., YARZA, P., ... GLÖCKNER, F. O. (2013) The SILVA ribosomal RNA gene database project: Improved data processing and web-based tools. *Nucleic Acids Research*, 41(D1), D590–D596. <https://doi.org/10.1093/nar/gks1219>
- QUICK, J., LOMAN, N. J., DURAFFOUR, S., SIMPSON, J. T., SEVERI, E., COWLEY, L., ... CARROLL, M. W. (2016) Real-time, portable genome sequencing for Ebola surveillance. *Nature*, 530(7589), 228–232. <https://doi.org/10.1038/nature16996>
- QUINCE, C., WALKER, A. W., SIMPSON, J. T., LOMAN, N. J., SEGATA, N. (2017) Shotgun metagenomics, from sampling to analysis. *Nature Biotechnology*, 35(9), 833–844. <https://doi.org/10.1038/nbt.3935>
- QUINN, T. P., ERB, I., GLOOR, G. B., NOTREDAME, C., RICHARDSON, M. F., CROWLEY, T. M. (2019) A field guide for the compositional analysis of any-omics data. *GigaScience*, 8(9), giz107. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giz107>
- RUSCH, D. B., HALPERN, A. L., SUTTON, G., HEIDELBERG, K. B., WILLIAMSON, S., YOOSEPH, S., ... VENTER, J. C. (2007) The Sorcerer II Global Ocean Sampling expedition: Northwest Atlantic through Eastern Tropical Pacific. *PLOS Biology*, 5(3), e77. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050077>
- SCHRADER, C., SCHIELKE, A., ELLERBROEK, L., & JOHNE, R. (2012) PCR inhibitors—Occurrence, properties and removal. *Journal of Applied Microbiology*, 113(5), 1014–1026. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05384.x>
- SUNAGAWA, S., COELHO, L. P., CHAFFRON, S., KULTIMA, J. R., LABADIE, K., SALAZAR, G., ... BORK, P. (2015) Ocean plankton: Structure and function of the global ocean microbiome. *Science*, 348(6237), 1261359. <https://doi.org/10.1126/science.1261359>
- TÁTRAI, I., MÁTYÁS, K., KORPONAI, J., PAULOVITS, G., POMOGYI, P. (2000) The role of the Kis-Balaton Water Protection System in the control of water quality of Lake Balaton. *Ecological Engineering*, 16(1), 73–78. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(00\)00091-4](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00091-4)
- THOMPSON, L. R., SANDERS, J. G., MCDONALD, D., AMIR, A., LADAU, J., LOCEY, K. J., PRILL, R. J., TRIPATHI, A., GIBBONS, S. M., ACKERMANN, G., NAVAS-MOLINA, J. A., JANSSEN, S., KOPYLOVA, E., VÁZQUEZ-BAEZA, Y., GONZÁLEZ, A., MORTON, J. T., MIRARAB, S., ZECH XU, Z., JIANG, L., ... KNIGHT, R. (2017) A communal catalogue reveals Earth's multiscale microbial diversity. *Nature*, 551(7681), 457–463. <https://doi.org/10.1038/nature24621>
- TÓTH, V. R. (2023) Exploring the functional connectivity between the Kis-Balaton Water Protection System and Lake Balaton using satellite data. *Aquatic Sciences*, 85, 4. <https://doi.org/10.1007/s00027-023-01005-2>
- TÓTH, V. R., CASTRO-MARQUEZ, S., WOLFSBERGER, W., OLEKSYK, T. K. (2025) Effect of habitat type on the bacterioplankton communities in a semi-artificial wetland. Manuscript submitted for publication.
- URBAN, L., HOLZER, A., BARONAS, J. J., HALL, M. B., BRAEUNINGER-WEIMER, P., SCHERM, M. J., ... PALLAN, M. J. (2021) Freshwater monitoring by nanopore sequencing. *eLife*, 10, e61504. <https://doi.org/10.7554/eLife.61504>
- VANDEPUTTE, D., KATHAGEN, G., D'HOE, K., VIEIRA-SILVA, S., VALLES-COLOMER, M., SABINO, J., ... RAES, J. (2017) Quantitative microbiome profiling links gut community variation to microbial load. *Nature*, 551(7681), 507–511. <https://doi.org/10.1038/nature24460>
- VENTER, J. C., REMINGTON, K., HEIDELBERG, J. F., HALPERN, A. L., RUSCH, D., EISEN, J. A., ... SMITH, H. O. (2004) Environmental genome shotgun sequencing of the Sargasso Sea. *Science*, 304(5667), 66–74. <https://doi.org/10.1126/science.1093857>
- WEISS, S., XU, Z. Z., PEDDADA, S., AMIR, A., BITTINGER, K., GONZALEZ, A., ... KNIGHT, R. (2017) Normalization and microbial differential abundance strategies depend upon data characteristics. *Microbiome*, 5, 27. <https://doi.org/10.1186/s40168-017-0237-y>

- WIDDER, S., ALLEN, R. J., PFEIFFER, T., CURTIS, T. P., WIUF, C., SLOAN, W. T., ... KLAPPER, I. (2016) Challenges in microbial ecology: Building predictive understanding of community function and dynamics. *The ISME Journal*, 10(11), 2557–2568. <https://doi.org/10.1038/ismej.2016.45>
- WILKINSON, M. D., DUMONTIER, M., AALBERSBERG, I. J., APPLETON, G., AXTON, M., BAAK, A., ... MONS, B. (2016) The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- WOESE, C. R., FOX, G. E. (1977) Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74(11), 5088–5090. <https://doi.org/10.1073/pnas.74.11.5088>
- WOOD, D. E., LU, J., LANGMEAD, B. (2019) Improved metagenomic analysis with Kraken 2. *Genome Biology*, 20, 257. <https://doi.org/10.1186/s13059-019-1891-0>
- YILMAZ, P., KOTTMANN, R., FIELD, D., KNIGHT, R., COLE, J. R., AMARAL-ZETTLER, L., GILBERT, J. A., KARSCH-MIZRACHI, I., JOHNSTON, A., COCHRANE, G., VAUGHAN, R., HUNTER, C., PARK, J., MORRISON, N., ROCCA-SERRA, P., STERK, P., ARUMUGAM, M., BAILEY, M., BAUMGARTNER, L., ... GLÖCKNER, F. O. (2011) Minimum information about a marker gene sequence (MIMARKS) and minimum information about any (x) sequence (MIXS) specifications. *Nature Biotechnology*, 29(5), 415–420. <https://doi.org/10.1038/nbt.1823>
- YOOSEPH, S., SUTTON, G., RUSCH, D. B., HALPERN, A. L., WILLIAMSON, S. J., REMINGTON, K., ... VENTER, J. C. (2007) The Sorcerer II Global Ocean Sampling expedition: Expanding the universe of protein families. *PLOS Biology*, 5(3), e16. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050016>
- ZHANG, T., LI, H., MA, S., CAO, J., LIAO, H., HUANG, Q., CHEN, W. (2023) The newest Oxford Nanopore R10.4.1 full-length 16S rRNA sequencing enables the accurate resolution of species-level microbial community profiling. *Applied and Environmental Microbiology*, 89(10), e00605-23. <https://doi.org/10.1128/aem.00605-23>

Дата першого надходження статті до видання: 01.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ФЛОРИСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПАРКУ ПЕРЕНІ (М. ВИНОГРАДІВ, ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ)

Віталій КОЛОМІЙЧУК¹, Олександр ШИНДЕР², Ержебет КОГУТ³, Мирослав ШЕВЕРА^{4,3}

Наведено результати дослідження флористичного різноманіття парку Перені (м. Виноградів, Берегівський район Закарпатської області) – одного з найдавніших палацово-паркових комплексів Закарпаття. Наведено коротку історичну довідку про рід Перені, створення та формування парку, охарактеризовано паркові насадження. Встановлено видовий склад культурної та спонтанної флори, складено анотований конспект, здійснено структурний (систематичний, еколого-ценотичний, географічний та біоморфологічний) та фракційний аналізи флори. Фіторізноманіття дослідженої території становить 239 таксонів судинних рослин (163 роди, 60 родин), з яких 207 належать до спонтанної флори, а 66 є культивованими. У складі спонтанної флори види аборигенні (140) переважають над адвентивними (67), серед останніх переважають кенофіти, виділено 20 ергазіофітофітів і 47 ксенофітів. В еколого-ценотичному спектрі аборигенної фракції флори домінують пратанти (42,9%) і сільванти (31,4%), натомість в адвентивній – суттєво переважають синантропанти (91,0%). Географічний спектр аборигенної фракції представлений переважно широкоареальними геоелементами: частка палеарктичного геоелемента становить 43,6%, а сукупна частка палеарктичного, голарктичного та полірегіонального геоелементів – 54,3%. У біоморфологічній структурі аборигенної фракції переважають багаторічні трави (58,6%), тоді як в адвентивній – однорічні трави (59,7%); характерною особливістю є відсутність куців серед видів адвентивних рослин. За походженням видів у адвентивній фракції флори переважають середземноморські (35,8%), американські (23,9%) та азійські (19,4%). Серед культивованих рослин дендрофлори домінують інтродуценти американського (30,0%) та азійського (27,5%) походження, частина з яких проявляє тенденції до натуралізації (*Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Morus alba*, *Parthenocissus inserta*), що зумовлює першочерговість моніторингу за видами потенційно інвазійних рослин і розробки заходів їхнього контролю.

Ключові слова: фіторізноманіття, паркові біотопи, культурна флора, місцеві та чужорідні види, Україна.

¹Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Симона Петлюри, 1, Київ, 01032, Україна; e-mail: vkolomiychuk@ukr.net

²Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, вул. Садово-Ботанічна, 1, Київ, 01014, Україна; e-mail: shinderoleksandr@gmail.com

³Закарпатський угорський університет імені Ференца Ракоці II, пл. Кошута, 6, Берегове, 90202, Україна; e-mail: kohut.erzsebet@kmf.org.ua

⁴Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; e-mail: shevera.myrosлав@ukr.net

Коломійчук В.: <https://orcid.org/0000-0001-5767-344X>

Шиндер О.: <https://orcid.org/0000-0003-1146-0873>

Когут Е.: <https://orcid.org/0000-0002-7614-1606>

Шевера М.: <https://orcid.org/0000-0002-1178-0458>

Floristic peculiarity of the Perényi Park (Vynohradiv city, Zakarpattia Oblast)

Kolomiichuk V.¹, Shnyder O.², Kohut E.³, Shevera M.^{4,3}

The results of a study on the floristic diversity of Perényi Park (Vynohradiv city, Berehivskyi Raion, Zakarpattia Oblast, Ukraine), one of the oldest palace and park complexes in Zakarpattia, are presented. A brief historical overview of the Perényi family and the establishment and development of parks and park plantings are provided. The species composition of both cultivated and spontaneous floras is determined, an annotated checklist was compiled, and structural analyses of the flora, including systematic, ecological-coenotic, geographical, and biomorphological assessments, as well as fractional ones, according to chronological element, and primary area of the species, were carried out. The phytodiversity of the study area comprises 239 taxa of vascular plants (163 genera, 60 families),

of which 207 taxa belong to the spontaneous flora and 66 are cultivated. Within the spontaneous flora, native taxa (140) predominate over alien ones (67), with the latter dominated by kenophytes; 20 ergasiophygophytes and 47 xenophytes were distinguished. In the ecological-coenotic spectrum of the native fraction, pratanths (42.9 %) and sylvants (31.4 %) dominate, whereas strong dominance of synanthropants (91.0 %) is observed in the alien ones. The geographical spectrum of the native fraction is represented mainly by widely distributed geo-elements: the Palearctic element accounts for 43.6 %, and the combined proportion of Palearctic, Holarctic, and polyregional elements is 54.3 %. In the biomorphological structure of the native fraction, perennial herbs (58.6 %), prevail while annual herbs (59.7 %) dominate in the alien ones; a notable feature is the absence of shrubs among alien species. According to origin of species in the alien fraction, Mediterranean (35.8 %), American (23.9 %), and Asian (19.4 %) origin taxa predominate. Introduced species of American (30.0%) and Asian (27.5%) origin predominate among the cultivated dendroflora. Several of these taxa exhibit clear tendencies toward naturalization (e.g., *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Morus alba*, *Parthenocissus inserta*), underscoring the necessity for systematic monitoring of potentially invasive species and the development of appropriate management and control strategies.

Key words: phytodiversity, park biotopes, cultivated flora, native and alien species, Ukraine.

¹O.V. Fomin Botanical Garden of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, 1, Symona Petliury Str., Kyiv, 01032, Ukraine; e-mail: vkolomiychuk@ukr.net

²M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, 1, Sadovo-Botanichna Str., Kyiv, 01014, Ukraine; e-mail: shinderoleksandr@gmail.com,

³Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian University, 6, Kossuth Sq., Berehove, 90202, Ukraine; e-mail: kohut.erzsebet@kmf.org.ua

⁴M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2, Tereshchenkivska Str., Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: shevera.myroslav@ukr.net

Kolomiichuk V.: <https://orcid.org/0000-0001-5767-344X>

Shynder O.: <https://orcid.org/0000-0003-1146-0873>

Kohut E.: <https://orcid.org/0000-0002-7614-1606>

Shevera M.: <https://orcid.org/0000-0002-1178-0458>

Вступ

Історичні парки відіграють важливу роль у збереженні природної та культурної спадщини. Вони становлять гармонійне поєднання природних і штучно створених ландшафтів, фрагментів автохтонного рослинного покриву та інтродукованих видів рослин, що культивуються протягом тривалого часу, а також історико-архітектурних об'єктів (замків, палаців, культових споруд тощо). В умовах міського середовища, де такі парки здебільшого зосереджені, вони функціонують як важливі складові міських зелених зон та осередки фіторізноманіття (Hasynets et al. 2017; Tokaryuk et al. 2020; Beseganych 2023; Beseganych et al. 2023).

Продовжуючи дослідження спонтанного рослинного покриву історичних парків Закарпаття (Kolomiichuk et al. 2025; Shynder et al. 2025a; 2025b), автори зосередили увагу на парку Перені у м. Виноградів – важливому історико-культурному та природоохоронному об'єкті. Парк має статус пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення (Braslavets et al. 2011) та пам'ятки архітектури національного значення (Peniak et al. 2017).

Питання стану парку та асортименту інтродукованих деревних і чагарникових видів рослин у різні періоди його функціонування, а також

обґрунтування рекомендацій щодо їхнього утримання та реконструкції висвітлено в низці наукових публікацій (Fodor 1956, 1957; Mohytych et al. 1983; Terletsky et al. 1985; Kucheryavy et al. 2014; Lukuanchuk, Fedak 2016). Водночас спонтанна флора цього об'єкта донині не була предметом спеціального дослідження.

Метою роботи було оцінити флористичне різноманіття рослинного покриву парку Перені та з'ясувати його особливості. Завдання дослідження передбачали узагальнення й аналіз відомостей щодо сучасного асортименту інтродукованих видів рослин, а також встановлення видового складу спонтанної флори та проведення її структурного аналізу.

Матеріал і методики

В основу роботи покладено результати оригінальних досліджень авторів, проведених на території «Парку культури і відпочинку» (історична назва – парк Перені) у м. Виноградів Закарпатської області в 2023 та 2024 роках маршрутним способом упродовж весняно-літніх сезонів. Перелік культивованих видів дендрофлори звірений із відомостями В.П. Кучерявого зі співавторами (Kucheryavy et al. 2014). Декоративні однорічні

квіти («літники») та нещодавно висаджені саджанці дерев і кущів (віком до 2 рр.) у роботі також не враховували. Структурний аналіз флори парку здійснено відповідно до загальноприйнятих підходів (Karmyzova, Baranovsky 2020; Shynder et al. 2025a, b), а також з урахуванням усталених класифікацій і термінології (Clements 1920; Kleopov 1938; Protopopova, Shevera 2005; Krytska, Novosad 2012; Baranovski et al. 2018). Назви видів судинних рослин та їхній таксономічний обсяг наведено відповідно до ресурсу POWO (<https://powo.science.kew.org>) з окремими уточненнями. Повні латинські назви видів, зафіксованих під час дослідження, подано в додатку А, інші (які згадувалися попередніми авторами, але не були виявлені нині, а тому не включені до переліку) – у тексті.

Посилання на джерела запозичених історичних ілюстрацій наведено наприкінці списку використаних джерел.

Коротка історична довідка про рід Перені, палац і парк

Рід баронів Перені – один із найдавніших аристократичних родів Угорщини. Із 1399 р. його представники володіли Севлюшем (нині – м. Виноградів); із XV ст. відомі їхні родові герб і печатка. Серед представників роду, які мешкали тут до 1944 р., були державні, військові й культурні діячі, які залишили слід в історії краю.

Палац датується кінцем XIV ст., початково був одноповерховим з кутовими баштами, мав вигляд замкової споруди. У XVII ст. його перебудували в бароковому стилі. Споруда має прямокутний план із квадратними вежами по кутах і плавно витягнутими гонтовими дахами (Рис. 1А–1Е, 2А–2Б). На головному фасаді розміщено родовий герб. Також встановлено меморіальну дошку Ж. Перені. На підході до палацу збереглися одноповерхові флігелі (Peniak et al. 2017). Палац вважається однією з найдавніших на Закарпатті споруд такого типу.

Дотримуючись канонів палацового будівництва XVI–XVII ст., навколо палацу було закладено парк. Його формування розпочалося на початку XIX ст. на площі близько 12 га. Він був спроектований та закладений спеціально для прогулянок і відпочинку тодішньої знаті. У стильовому вирішенні парку переважає еkleктика – популярний на той час напрям, що поєднував різноманітні за своєю суттю елементи. Остаточне формування парку завершено у 1870-х роках. Для його створення використовували елементи французького паркобудування, зокрема клумби геометричної

форми та амфітеатр. Особливістю парку є так звані «променадні» алеї, або кільцеві маршрути, що мали вигляд замкнених округлих ліній і розташовувалися на різній відстані від палацу.

Незначні роботи з реконструкції парку проводилися у 1912–1928 роках. У 1945 р. будівлю було націоналізовано, в ній розмістився районний відділ освіти. У 1950-х роках парку присвоєно ім'я М. Горького; тут облаштували літній кінотеатр і атракціони, які в 1990-х роках були демонтовані. За часів незалежності України міський парк отримав сучасну назву – на честь барона Ж. Перені.

Нині парк складається з двох частин, кожна з яких має статус парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення: 1) «Міський парк культури і відпочинку» (площа 2,7 га) оголошений Рішенням Закарпатського облвиконкому від 18.11.1969 р. № 414); 2) «Парк культури і відпочинку» (площа 4 га, оголошений Рішенням Закарпатського облвиконкому від 23.10.1984 р. № 253). Підпорядкований Виноградівській міській раді.

Відомості про інтродуковані види рослин парку

Вперше відомості про інтродуковані види рослин у парку імені М. Горького (тепер парк Перені) навів С. Фодор (1956), який також склав його план (Рис. 3). На той час він зафіксував наступні види, зокрема у південній частині парку, що раніше був самотійним сквером, по обидві сторони алеї: *Ailanthus altissima*, *Catalpa speciosa* (Warder) Warder ex Engelm., *Juniperus virginiana* L. f. *pendula*, *Liriodendron tulipifera* L., *Platanus occidentalis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Berberis aquifolium*, *Lonicera tatarica* L., *Symphoricarpos albus* (L.) S.F.Blake, *Philadelphus* × *lemoinei* Lemoine. Під деревними насадженнями цієї ж алеї був добре розвинутий чагарниковий ярус, у складі якого природно вкорінилися місцеві види рослин: *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Cornus sanguinea* L., *Corylus avellana*, *Crataegus* spp., *Euonymus europaeus*, *Frangula alnus* Mill., *Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa* L. На безлісній частині парку, у третій (ймовірно чехословацький) період формування його насаджень, тут були висаджені окремі екземпляри інтродукованих рослин: *Berberis aquifolium*, *Ginkgo biloba*, *Hibiscus syriacus*, *Picea pungens* Engelm. 'Glauc', *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *P. orientalis* 'Pyramidalis', *Spiraea salicifolia* L., а також підсажені *Acer platanoides* та *Populus nigra* L.



Рис. 1. Будівля палацу та фрагмент парку Перені у м. Севлюш (тепер м. Виноградів): 1А–Б) рисунки (автор та рік невідомі), 1В–Г) фотографії, 1Д) картина (автор не встановлений, ймовірно, аматор, приблизно 1970-ті роки), 1Е) титульна сторінка книги Е. Перені «Втрачено було більше. Мемуари» (1946)

Fig. 1. The palace building and a fragment of the Perényi Park in the city of Sevlyush (now Vynohradiv): 1A–B) drawings (author and year unknown), 1B–Г) photographs, 1Д) painting (author unknown, likely an amateur, circa 1970s), 1E) title page of Perényi's E. book «More Was Lost. Memoirs» (1946).

У радянський час були закладені нові доріжки з рабатками, облаштована велика клумба у середині парку, а асортимент інтродукованих видів поповнився *Prunus serrulata* Lindl. f. *rosea*, *Acer negundo* L. f. *variegatum*, *A. negundo* f. *aureo-variegatum*, *Lonicera japonica* Thunb. f. *aureo-variegatum*. У 1983 р. працівниками Львівської комплексної архітектурно-реставраційної майстерні було здійснено інвентаризацію насаджень та розроблено проєкт реконструкції парку (Mohytych et al. 1983).

На початку ХХІ ст. львівськими науковцями проведено інвентаризацію складу насаджень: обліковано 1490 дерев, досліджено видовий склад деревних та чагарникових рослин, а також запро-

поновано його функціональне зонування. Автори встановили, що за 30 років кількість інтродукованих дерев та чагарників змінилася з 38 (у 1983 р.) до 40 (у 2013 р.), зокрема зникли *Prunus spinosa*, *Acer tataricum*, *Tsuga canadensis* (L.) Carrière, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Euonymus verrucosus* L., *Platanus occidentalis* L., натомість з'явилися *Carpinus betulus*, *Morus alba*, *Juglans regia*, *Quercus rubra*, *Hibiscus syriacus* та ін. (Kucheryav et al. 2014). Згодом було досліджено та проаналізовано стан зелених насаджень парку, оцінено їхні естетичні й декоративні властивості; також визначено коефіцієнт фітомеліоративної ефективності насаджень, який визнано недостатньо високим, у зв'язку з чим було розроблено пропо-



Рис. 2. Сучасні фото парку: 2А) вхідна частина та будівля палацу Перені, фото О. Шиндера (2024); 2Б) північна частина парку, фото В. Коломійчука (2024).

Fig. 2. Contemporary photographs of the park: 2A) entrance area and the Perényi Palace building, photo by O. Shynder (2024); 2B) northern part of the park, photo by V. Kolomiichuk (2024).

зиції щодо оптимізації рослинного покриття парку (Lukyanchuk, Fedak 2016).

Загальна озеленена площа парку становить 73 000 м², із яких: деревні насадження – близько 12 140 м²; чагарникові (переважно живоплоти) – 1 500 м²; газони – близько 2 000 м²; квітники – 440 м²; вертикальне озеленення – близько 20 м² (Lukyanchuk, Fedak 2016). Територія аналізованого парку функціонально диференційована на три частини: парадний партер перед палацом – із газонами та квітниками, окремими групами дерев і живоплотами; власне палац; та парк, за ним – із

суцільними деревними насадженнями (одно- та двоярусними) та мережею стежок. Передпалацову площу вирішено залишити в регулярному стилі, що надало їй певних пейзажних рис, підкреслило архітектуру палацу та його домінуюче положення. На території парку розміщено дитячий майданчик, амфітеатр, літню терасу, спортивні майданчики та паркові скульптури (Kucheryavy et al. 2014).

Результати та обговорення

У результаті проведених інвентаризаційних досліджень встановлено видовий склад культурної

та спонтанної флор парку Перені у м. Виноградів (Табл. 1) та складено анотований конспект флори (Додаток А). Загалом на дослідженій території занотовано 239 видів та підвидів, а також гібридів (далі – таксонів) судинних рослин, що належать до 163 родів 60 родин.

Серед виявлених рослин 66 таксонів культивуються (з них 32 – виключно в культурі, а 34 – культивуються та зустрічаються в дикорослому стані), а 207 – є дикорослими (зокрема здичавілими); серед останніх виділено 140 – видів місцевих рослин, та 67 – адвентивних (Табл. 1), зокрема 20 ергазіофітофітів (втікачів із культури) та 47 ксенофітів.

З'ясовано, що одночасно перебувають у складі насаджень, а також спонтанно поширені по території парку – 34 види рослин, серед яких 15 – інтродуценти, а 19 – місцеві. Серед інтродуцентів успішно натуралізувалися такі види, як: *Acer negundo*, *Ailanthus altissima* (Рис. 4А), *Celtis*

occidentalis (Рис. 4Б), *Fraxinus pennsylvanica*, *Morus alba*, *Parthenocissus inserta*, – вони є звичними елементами підліску у парку та за його межами. Такі види, як: *Gymnocladus dioica* (Рис. 4А), *Lonicera caprifolium*, *Quercus rubra*, – спонтанно поширені більш локально, ближче до дорослих дерев, біля яких утворюють самосів або навколо первинних місць висаджування. Виключно в культурі – у складі деревних насаджень та на квітниках занотовано 32 види та гібриди, переважно інтродукованих представників дендрофлори.

У спонтанній флорі парку Перені за еколого-ценотичною приуроченістю серед місцевих рослин представлені 60 пратантів (42,9%), 44 сільванти (31,4%), 16 синантропантів (11,4%), 15 маргантів (10,7%), три степанти (2,1%), по одному псамофіту й галофіту (по 0,7%). Такий розподіл загалом характерний для місцевої флори Закарпатської рівнини, де переважають лісові та лучні види рослин і відповідні біотопи (Pryhara 2019). Подібна еколого-ценотична структура природної флори спостерігалася і в інших парках Закарпаття (Kolomiichuk et al. 2025; Shynder et al. 2025a, b). Водночас одноманітність ландшафту парку та відсутність природного рослинного покриву обмежують поширення тут видів рослин із відмінними еколого-ценотичними приуроченостями. Серед видів чужорідних (адвентивних) рослин у спонтанній флорі представлені 61 синантропант (91,0%), значно менше інших груп – три пратанти (4,5%), два сільванти (3,0%) та один маргант (1,5%).

У географічній структурі аналізованої природної флори дослідженого паркового комплексу Перені (Табл. 2) переважають широкоареальні види палеарктичного (разом із євразійським) геоелементу. Спільна частка палеарктичного, голарктичного та пліорирегіонального геоелементів становить 54,3%. Водночас зональні та регіональні геоелементи представлені менш чисельно. Серед них переважають європейсько-середземноморський та європейський геоелементи, представлені переважно видами неморального та середземно-

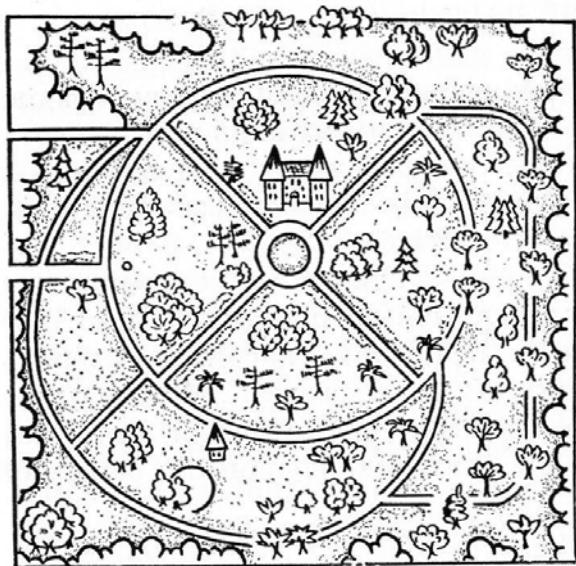


Рис. 3. Схема парку імені М. Горького (нині – парк Перені) (за Фодор 1956 та Терлецький та ін. 1985)
Fig. 3. Scheme of the M. Gorky Park (currently Perényi park) (after Fodor 1956 and Terletsky et al. 1985).

Таблиця 1. Систематично-імміграційна структура флори парку Перені
Table 1. Systematic and immigration structure of flora of the Perényi Park

Вищий таксон	Спонтанна флора	Види місцевих рослин	Види адвентивних рослин	Культивовані рослини	Всього по вищих таксонах
Хвощі	1	1	-	-	1
Голонасінні	-	-	-	6	6
Покритонасінні	206	139	67	60	232
Всього по імміграційних групах	207	140	67	66	239



Рис. 4. Підріст інвазійно-активних деревних порід у парку Перені: 4А) *Ailanthus altissima* і *Gymnocladus dioica*, 4Б) *Celtis occidentalis* (фото О. Шиндер 2024)

Fig. 4. Regeneration of invasion-active woody species in the Perényi Park: 4A) *Ailanthus altissima* and *Gymnocladus dioica*, 4B) *Celtis occidentalis* (photo by O. Shynder 2024).

морського лісових і лучних флорокомплексів. Така географічна структура дослідженої флори свідчить про її збідненість порівняно із географічним спектром регіональної флори Закарпатської рівнини (Pryhara 2021); це характерно й для досліджених спонтанних флор низки інших парків регіону (Kolomiichuk et al. 2025; Shynder et al. 2025a, b).

Серед видів адвентивних рослин у спонтанній флорі аналізованого парку представлені 24 (35,8%) таксони середземноморського, 16 (23,9%) американського, 13 (19,4%) азійського, 10 (14,9%) середземноморсько-азійського, три (4,5%) антропогенного та один (1,5%) європейського походження. Серед 40 культивованих рослин представлені сім (17,5%) таксонів середземноморського, 12 (30,0%) американського, 11 (27,5%) азійського, чотири (10,0%) європейського, три (7,5%) антропогенного, два (5,0%) бореального та один (2,5%) євразійського походження.

Таблиця 2. Географічна структура аборигенної фракції спонтанної флори території парку Перені

Table 2. Geographical distribution of native fraction of the spontaneous flora of the Perényi Park

Геоелемент	Кількість видів	%
Палеарктичний	61	43,6
Європейсько-середземноморський	28	20,0
Європейський	27	19,3
Голарктичний	12	8,6
Субсередземноморський	4	2,9
Євразійський степовий	3	2,1
Полірегіональний	3	2,1
Бореальний	2	1,4
Всього	140	100

У біоморфологічній структурі аборигенної фракції флори парку Перені (Табл. 3) переважають багаторічні трави, що, загалом, характерно для європейських флор і, зокрема, інших паркових флор Закарпаття (Kolomiichuk et al. 2025; Shynder et al. 2025a, b). Досить високою є частка деревних видів – 16,4%, що відповідає або, здебільшого, перевищує типові відповідні показники природних флор лісової зони – 10,14–16,4 % (Nykyrsa 2007; Lukash 2009; Churilov 2015; Tomych 2020; Bezsmertna et al. 2024), але це характерно для спонтанних флор парків та інших територій зі штучними деревними насадженнями (Shynder 2019a, b; Shynder et al. 2025a).

В адвентивній фракції флори парку переважають: однорічні трави, за походженням ксенофіти, що характерно для синантропних флор узагалі (Protoporova 1984). Натомість, деревні види представлені переважно втікачами з культури, наприклад – *Acer negundo*, *Juglans regia*, *Parthenocissus inserta*. Звертає увагу відсутність кущів серед видів адвентивних рослин, що є загалом нехарактерним явищем, оскільки багато кущових інтродуцентів схильні до натуралізації (Protoporova, Shevera 2014). У парку Перені видовий склад інтродукованих кущових рослин узагалі невисокий, крім того завдяки достатньому агротехнічному фону, чагарниковий ярус у парку майже не виражений, окрім переважно живоплотів та декоративних композицій і це є однією із особливостей дослідженої флори.

Отже, фіторізноманіття аналізованих культивованої та спонтанної флор парку Перені порівняно з такими іншими історичними об'єктів

Таблиця 3. Біоморфологічна структура спонтанної флори парку Перені

Table 3. Life form structure of spontaneous flora of the Perényi Park

Біоморфи	Аборигенна фракція спонтанної флори		Адвентивна фракція спонтанної флори		Культурна флора	
	Кількість таксонів	%	Кількість таксонів	%	Кількість таксонів	%
Дерева	14	10,0	12	17,9	43	65,1
Кущі	8	5,7	-	0	13	19,7
Ліани	1	0,7	2	3	3	4,6
Багаторічні трави	82	58,6	8	11,9	6	9,1
Малорічні трави	14	10,0	5	7,5	1	1,5
Однорічні трави	21	15,0	40	59,7	-	0
Всього	140	100	67	100	66	100

Закарпаття (Kolomiichuk et al. 2025; Shynder et al. 2025a, b) поступається передусім за видовим складом, але зберігає основні характеристики, типові для парків відповідної зони регіону.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що флора парку Перені є типовою для штучно сформованих паркових екосистем Закарпатської рівнини та характеризується поєднанням лучно-лісового аборигенного ядра й значної домішки видів адвентивних рослин. Ландшафтна одноманітність, порівняно невеликі розміри парку, високий агротехнічний фон, відсутність природних біотопів у межах парку обмежували формування тут таксономічно різноманітної спонтанної флори. Висока частка однорічників в адвентивній фракції флори та домінування середземноморських та полірегіональних за походженням таксонів свідчать про синантропний характер чужорідного компонента й постійний вплив урбанізованого середовища. Відсутність серед видів адвентивних рослин кущів є показовою особливістю, що, ймовірно, пов'язана з інтенсивним доглядом за територією та загалом невисоким різноманіттям інтродукованих кущів у насадженнях.

Пропозиції

Заходи з благоустрою на території сучасного парку Перені, що були запропоновані колективами львівських вчених (Kucheryavyy et al. 2014; Lukyanchuk, Fedak 2016) та представлені у «Проекті ...» (Mohytych et al. 1983) залишаються актуальними. За функціональним призначенням

його планували як парк культури та відпочинку. Передбачалося реконструкцію спортивного майданчика, встановлення сучасних тренажерів; оновлення літньої естради та танцювального майданчика, в останні роки його інфраструктуру доповнено сучасним дитячим майданчиком. Пріоритетними заходами залишаються: реконструкція мережі доріжок і системи поливу, встановлення навігаційних вказівників, інформаційних табличок біля найцінніших дерев і кущів парку. Важливим залишається видалення аварійних дерев і висадження нових, регулярне викошування галявини. Для посилення колористики парку пропонується створити куртини гарноквітухих кущів, зокрема з барбарису Тунберга, карагани деревної, керії японської, форзиції середньої та інших. Актуальним є контроль за видами чужорідних рослин у парку, оскільки серед них є інтродуценти з високою інвазійною здатністю, поширення яких може негативно впливати на навколишнє середовище. Деякі рослини є алергенними та можуть шкодити здоров'ю відвідувачів, тому контроль за самосівом рослин і розповсюдженням таких видів на території парку та за його межами слід враховувати при оптимізації зелених насаджень. Ці та інші заходи сприятимуть збагаченню асортименту дендрофлори, покращенню благоустрою парку та якості відпочинку відвідувачів.

Подяки

Автори щиро вдячні адміністрації Закарпатського угорського університету імені Ференца Ракоці II за підтримку під час проведення досліджень.

BARANOVSKI, B., ROSCHINA, N., KARMYZOVA, L., IVANKO, I. (2018). Comparison of commonly used ecological scales with the Belgard Plant Ecomorph

System. *Biosystems Diversity*, 26(4), 286–291. <https://doi.org/10.15421/011843>

BESEGANYCH, I.V. (2023) Analysis of dendroflora of the

- park of the health resort Kvitka Polonyny (Zakarpattia Region). *Ukrainian Journal of Natural Sciences*, 6, 100–112. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.6.2023.11>
- BESEGANYCH, I., V., HASYNETS, YA. S., KISH, R. YA., SOYMA, A. D. (2023) Dendroflora naberezhnykh mista Uzhhorod: sychasnyi stan ta perspektyvy rozvytku [Dendroflora Uzhhorod city riverfronts: current state and development prospects]. *Biological systems*, 15(2), 201–213. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.31861/biosystems2023.02.201>
- BEZSMERTNA, O.O., HERASYMCHUK, H.V., MERLENKO, N.O., DERKACH, V.V., SHYNDER, O.I., BARANSKIY, O.R., DANYLYK, I.M. (2024) Rehionalni osoblyvosti ta analiz flory Kivertsivskoho Natsionalnoho pryrodnoho parku «Tsumanska pushcha» [Regional features and analysis of the flora of Tsumanska Pushcha National Nature Park]. *Chornomorski Botanical Journal*, 20(3), 277–304. (in Ukrainian)
- BRASLAVETS, V.V., HAYDUR, M.I., GAMOR, F.D., KOPACH, V.O., MYGAL, A.V., POGORELOV, A.V., POP, S.S., POLYANOVSKY, A.O., POTYSH, A., RADIK, V.I., TURYS, E.V., TYUKH, Y.Yu., SHARODI, V.V. (2011) *Pryrodno-Zapovidnyi Fond Zakarpatskoyi Oblasti* [Nature Reserve Fund of the Zakarpatska Oblast]. Karpaty, Uzhhorod. (in Ukrainian)
- CHURILOV, A.M. (2015) *Flora, roslynnist i okhrona lisiv pivdennoi chastyny Kyivskoho Polissia* [Flora, vegetation and protection of forests of the southern part of Kyiv Polissya]: Dissertation of Ph.D. degree (Cand. Sci. Diss.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv. (in Ukrainian)
- CLEMENTS, F.E. (1920) *Plant Indicators. The relation of plant communities to process and practice*. Carnegie Institution of Washington, Washington, USA. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.28569>
- FODOR, S.S. (1956) Dendroflora Zakarpattia i puti yeyo obogaschenia [Dendroflora of Transcarpathia and ways of its enrichment]: Dissertation of Candidate of Science degree. Uzhhorod. (in Russian)
- FODOR, S.S. (1957) Istoriya i puti introduktsii drevesnykh i kustarnikovykh nasazhdeniy v Zakarpatje. *Nauchnye zapiski*. Vol. XXIII. Botanika. Uzhgorodskiy gosudarstvennyi universitet. Uzhhorod, 167–182.
- HASYNETS, YA., BESEGANYCH, I., KISH, R., SOYMA, A., VAKERYCH, M. (2017) Dendroflora skveru pl. Shandora Petedi m. Uzhhoroda ta yiyi suchasnyu stan [Public park dendroflora of Shandor Petefi square of Uzhhorod town and its present state]. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*, 42, 94–105. (in Ukrainian)
- KARMYZOVA, L., BARANOVSKY, B. (2020) *Flora of the Dnipro city*. Izdevniecība “Baltija Publishing”, Rīga. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-94-5>
- KLEOPOV, Yu. D. (1938) Proekt klasyfikatsii heohrafichnykh elementiv dlia analizu flory URSR [Project of classification of geographical elements for the flora of USSR]. *Zhurnal Instytutu botaniky AN URSR*, 17 (21), 209–219. (in Ukrainian)
- KOLOMIICHUK, V., SHYNDER, O., SHEVERA, M. (2025) Spontanna flora sudynnykh roslyn parkovoho ansamblu zamku «Sent-Miklosh» (Selysche Chynadiyevo, Zakarpatska oblast) [Spontaneous vascular plants flora of parks ensembles of the «Saint Miklosh» Castle (Chynadiyovo village, Zakarpattia Oblast)]. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*, 58, 27–41. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.58.4>
- KRYTSKA, L.I., NOVOSAD, V.V. (2012) Geographic structure of flora Kodymo-Elanetsky Bug region (native fraction). *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 10, 53–64. (in Ukrainian)
- KUCHERYAVY, V.P., DUDYN, R.B., LEVUS, T.M. (2014) Deiaki teoretychni aspekty rekonstruktsii parku Pereni u Vynogradovi Zakarpatskoi Oblasti [Some theoretical aspects of the reconstruction of Pereni park in Vinogradov of Zakarpattia region]. *Scientific bulletin of UNFU*, 24(4), 9–14. (in Ukrainian)
- LUKASH, O.V. (2009) *Flora sudynnykh roslyn Skhidnoho Polissia: struktura ta dynamika* [Flora of vascular plants of Eastern Polissia: structure and dynamics]. Phytosotsiotsentr, Kyiv. (in Ukrainian)
- LUKYANCHUK, N.G., FEDAK, M.S. (2016) Vyznachennia fitomelioratyvnoi roli nasadzhen parku Pereni e misti Vynogradiv Zakarpatskoi Oblasti [Defining phytomelioration role of the plantation of the Pereni park in the city of Vynohradiv, Transcarpathian Region]. *Scientific bulletin of UNFU*, 26(7), 111–115. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15421/40260717>
- MOHYTYCH, I., KOVALYSHYN, I., KUSHNIR Y., GRYTSAK, I. (1983) *Proekt rekonstruktsii parku palatsu Perenyi v m. Vynogradovi Zakarpatskoi oblasti* [Project for the reconstruction of the Perényi palace park in the city of Vynohradiv, Zakarpattia Oblast]. Part 1, V. 1-1, Ukrzakhidproectrestavratsia, Lviv. (in Ukrainian)
- NYKYRSA, T.D. (2007) *Flora Khotynskoi vysochyny (Prut–Dnistrovske mezhyrichchia, Ukraina) – yii analiz, porivnialna kharakterystyka i okhrona* [Flora of the Khotyn Upland (the Prut–Dnister interfluvie, Ukraine): its analysis, comparative characteristics, and conservation]: Dissertation of Ph.D. degree (Cand. Sci. Diss.), Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi. (in Ukrainian)
- PENIAK, S., ALMASHIY, M., BAUM, I., BENDAS, D., BERETS, M. (2017) *Zvid pamiatok istorii ta kultury Ukrainy. Zakarpatska oblast* [Elektronnyi resurs]. [Register of Historical and Cultural Monuments of Ukraine: Zakarpattia Oblast] [Electronic Resource]. Kyiv. (in Ukrainian)
- PERENYI, E. (1946) *More Was Lost. A memoir*. Little, Brown & Co, Boston, USA.
- PROTOPOPOVA, V.V. (1984) Osoblyvosti poshyrennia synantropnykh roslyn u riznykh botanikogeografichnykh regionach Ukrainy [Peculiarity of distribution of synanthropic plants in the different botanical

- and geographical regions of Ukraine]. *Ukrainskyi Botanichnyi zhurnal*, 41(1), 46–49. (in Ukrainian)
- PROTOPOVA, V.V., SHEVERA, M.V. (2005) Fitoinvazii. I. Analiz osnovnykh terminiv [Phytoinvasions. I. Analysis of main terms]. *Promyshlennaya botanika*, 5, 55–60. (in Ukrainian)
- PROTOPOVA, V.V., SHEVERA, M.V. (2014) Ergasiophytes of the Ukrainian flora. *Biodiversity: Research and Conservation*, 35, 31–46. <https://doi.org/10.2478/biocr-2014-0018>
- PRYHARA, O. V. (2019) Ecological and coenotic structure of flora of the transcarpathian plains. *Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Series Biology*, 77(3), 6–12. (Ukrainian) <https://doi.org/10.25128/2078-2357.19.3.1>
- PRYHARA, O.V. (2021) Geographical structure of flora of the Transcarpathian plains. *Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Series Biology*, 81 (3), 13–17. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.3.2>
- SHYNDER, O. (2019a) Spontanna flora Natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M. M. Hryshka NAN Ukrainy (m. Kyiv). Povidomlennia 2. Metodolohichni problemy i kryterii vydilennia erhaziofitiv v umovakh introduktsiynoho tsentru [Spontaneous flora of the M.M. Gryshko National Botanical Garden (Kyiv). 2 messages. Methodological problems and criteria of determination of ergasiophytes in condition of introduction centers]. *Introduktsiia roslyn*, 2, 3–16. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.5281/zenodo.32409955>.
- SHYNDER, O. (2019b) Spontanna flora Natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M. M. Hryshka NAN Ukrainy (m. Kyiv). Povidomlennia 4. Adventyvni vydy: ksenofity [Spontaneous flora of the M. M. Gryshko National Botanical Garden (Kyiv). 4 messages. Alien species: xenophytes]. *Introduktsiia roslyn*, 4, 18–33. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.5281/zenodo.3566608>.
- SHYNDER, O., KOLOMIICHUK, V., NEHRASH, Yu., SHEVERA, M. (2025a) Antropogenna transformatsia roslynnoho pokryvu: na prykladi parku sanatoriiu «Karpaty» (Zakarpatska oblast) [Anthropogenic transformation of the vegetation cover: a case study on the «Karpaty» health resort park (Zakarpattia Oblast, Ukraine)]. *GEO&BIO*, 27, 234–250. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.53452/gb2718>
- SHYNDER, O., KOLOMIICHUK, V., KOHUT, E., KRUGLIAK, Yu., NEHRASH, Yu., SHEVERA, M. (2025b) Kultyvovani i dykorosli roslyn parkovoho ansamblu sela Velyka Bakta (Zakarpattia Oblast) [Cultivated and wild plants of parks ensemble of the Velyka Bakta village (Zakarpattia Oblast). *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*, 59, 170–191. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.59.29>
- TERLETSKY, V.K., FODOR, S.S., GLADUN, Ya.D. (1985) *Botanichni skarbnitsi Karpat* [Botanical treasures of the Carpathians]. Karpaty, Uzhhorod. (in Ukrainian)
- TOKARYUK, A. I., CHORNEY, I. I., BUDZHAK, V. V., VOLUTSA, O. D. (2020) The plant cover of the park-monument of landscape art of local significance «Park named after F. Schiller» (Chernivtsi city). In: *Scientific principles of nature conservation management of ecosystems of the Canyon Dniester Region: Proceedings of the Third International Scientific and Practical Conference dedicated to the 10th anniversary of the National Nature Park “Dniester Canyon” (18 September 2020, Zalizhchyky)*. VITs Misto, Chernivtsi, pp. 92–103. (in Ukrainian)
- TOMYCH, M.V. (2020) *Flora Natsionalnoho pryrodnoho parku “Hutsulshchyna” ta sumizhnykh terytorii: yii analiz, shliakhy zberezhennia ta okhorona* [Flora of the Hutsulshchyna National Nature Park and adjacent territories: its analysis, conservation approaches, and protection]: Dissertation of Ph.D. degree (Cand. Sci. Diss.), M.M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine, Kyiv. (in Ukrainian)

Запозичені ілюстрації:

Рис. 1А) – Available at: <https://karpatium.com.ua/pamyatky-arkhitektury/palats-pereni-u-vynohradovi>

1Б) – Available at: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=5968755983212442&set=a.397007420387354>

1В) – Available at: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1312584397544741&set=a.446107547525768>

1Г) – архівне фото, джерело: Facebook https://www.facebook.com/photo/?fbid=146211951_2839507779599918_5843890698892455337_n.jpg

1Д) – Available at: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1107262452984015&set=pcb.703022027170598>

1Е) – Available at: <https://www.nyrb.com/products/more-was-lost>

Додаток А

Анотований конспект видів спонтанної та культивованої флори парку Перені

У конспекті флори наведено наступні характеристики видів: імміграційний елемент (Imm.): native – аборигенні, alien – чужорідні (escaped – втікачі з культури, xenophyte – ксенофіти), кенофіт/археофіт; життєва форма (L. f.); ценоморфа (Hab.): НІ – галофіт, Ма – маргант, Пр – пратант, Ps – псамофіт, Sl – сільвант, Sn – синантропант, St – степант; природний ареал (Range) для аборигенних таксонів, походження (Origin) – для чужорідних.

Хвощі

EQUISETACEAE

1. *Equisetum arvense* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний

Голонасінні

GINKGOACEAE

2. *Ginkgo biloba* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: азійське

PINACEAE

3. *Larix decidua* Mill.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: європейське
4. *Picea abies* (L.) H.Karst.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: бореальне
5. *Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *nigra*: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: європейське
6. *Pinus sylvestris* L.: в культурі. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Origin: бореальне
7. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: американське

Покритонасінні

AMARANTHACEAE

8. *Amaranthus albus* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
9. *Amaranthus retroflexus* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
10. *Atriplex patula* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Range: голарктичний
11. *Chenopodium album* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
12. *Chenopodium betaceum* Andr.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське
13. *Chenopodium suecicum* Murr: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське

APIACEAE

14. *Aegopodium podagraria* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
15. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sl. – Range: полірегіональний
16. *Daucus carota* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
17. *Heracleum sibiricum* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський
18. *Torilis japonica* (Houtt.) DC.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний

ARALIACEAE

19. *Hedera helix* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: ліана. – Hab.: Sl. – Range: європейський

ASPARAGACEAE

20. *Hosta × hybrida* hort.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: трава багаторічна. – Origin: антропогенне
21. *Hosta plantaginea* (Lam.) Asch.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: трава багаторічна. – Origin: азійське
22. *Hyacinthus orientalis* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: трава багаторічна. – Origin: азійське

ASPHODELIACEAE

23. *Hemerocallis fulva* (L.) L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: трава багаторічна. – Origin: азійське

ASTERACEAE

24. *Achillea millefolium* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: бореальний
25. *Achillea pannonica* Scheele: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: євразійський степовий
26. *Ambrosia artemisiifolia* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
27. *Arctium lappa* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
28. *Artemisia absinthium* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
29. *Artemisia vulgaris* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: голарктичний
30. *Bellis perennis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський
31. *Carduus acanthoides* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
32. *Centaurea jacea* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський
33. *Centaurea stoebe* L. subsp. *stoebe*: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: St. – Range: європейський
34. *Cichorium intybus* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Origin: середземноморсько-азійське
35. *Cirsium arvense* (L.) Scop.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
36. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
37. *Crepis capillaris* (L.) Wallr.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte)?, археофіт?. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: європейське
38. *Crepis ramosissima* d'Urv.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: St. – Range: євразійський степовий
39. *Erigeron annuus* (L.) Desf.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське

40. *Erigeron canadensis* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
41. *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
42. *Helianthus annuus* L.: спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
43. *Hypochaeris radicata* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський
44. *Lactuca saligna* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Hl. – Range: європейсько-середземноморський
45. *Lactuca serriola* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське
46. *Lapsana communis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
47. *Picris hieracioides* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
48. *Pilosella bauhini* (Schult.) Arv.-Touv.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський
49. *Pilosella officinarum* Vaill.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський
50. *Pilosella piloselloides* subsp. *magyarica* (Peter) S.Bräut. & Greuter: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський
51. *Scorzoneroideis autumnalis* (L.) Moench: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський
52. *Senecio vernalis* Waldst. & Kit.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт?. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
53. *Senecio vulgaris* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
54. *Sonchus arvensis* subsp. *uliginosus* (M.Bieb.) Nyman: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
55. *Sonchus asper* (L.) Hill: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
56. *Sonchus oleraceus* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
57. *Tanacetum vulgare* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: палеарктичний
58. *Taraxacum officinale* F.H.Wigg. s.l.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський
59. *Tragopogon pratensis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський
- BALSAMINACEAE
60. *Impatiens parviflora* DC.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
- BETULACEAE
61. *Betula pendula* Roth: в культурі. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Range: європейський
62. *Carpinus betulus* L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський
63. *Corylus avellana* L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Sl. – Range: європейський
- BIGNONIACEAE
64. *Catalpa bignonioides* Walter: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: американське
- BORAGINACEAE
65. *Anchusa officinalis* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
66. *Cynoglossum officinale* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
67. *Echium vulgare* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
68. *Myosotis arvensis* (L.) Hill: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське
69. *Pulmonaria officinalis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський
- BRASSICACEAE
70. *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
71. *Berteroa incana* (L.) DC.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
72. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
73. *Cardamine hirsuta* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Pr. – Origin: середземноморсько-азійське
74. *Cardamine parviflora* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
75. *Rorippa sylvestris* (L.) Besser: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
76. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
- BUXACEAE
77. *Buxus sempervirens* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: середземноморське
- CAMPANULACEAE

78. *Campanula trachelium* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

CANNABACEAE

79. *Celtis occidentalis* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: американське

80. *Humulus lupulus* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний

CAPRIFOLIACEAE

81. *Knautia arvensis* (L.) Coult.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський

82. *Lonicera caprifolium* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: ліана. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське

CARYOPHYLLACEAE

83. *Cerastium holosteoides* Fr.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

84. *Cerastium pumilum* Curtis: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Ps. – Range: європейсько-середземноморський

85. *Silene coronaria* (L.) Clairv.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: трава малорічна. – Origin: середземноморське

86. *Silene latifolia* Poir. subsp. *alba* (Miller) Greuter & Burdet: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

87. *Silene vulgaris* (Moench) Garcke: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

88. *Stellaria graminea* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

89. *Stellaria media* (L.) Vill.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Range: полірегіональний

CELASTRACEAE

90. *Euonymus europaeus* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Sl. – Range: європейський

COMMELINACEAE

91. *Commelina communis* L.: спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське

CONVOLVULACEAE

92. *Convolvulus arvensis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний

CORNACEAE

93. *Cornus sanguinea* L. subsp. *australis* (C.A.Mey.) Jáv.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Ma. – Range: середземноморський

94. *Cornus alba* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: азійське

CUPRESSACEAE

95. *Thuja occidentalis* L. (тип і сорти 'Columna', 'Globosa'): в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. –

Origin: американське

CYPERACEAE

96. *Carex hirta* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський

97. *Carex pilosa* Scop.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський

98. *Carex spicata* Huds.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський

99. *Carex sylvatica* Huds.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

EUPHORBIACEAE

100. *Euphorbia cyparissias* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Range: європейсько-середземноморський

101. *Euphorbia falcata* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське

102. *Euphorbia saratoi* Ardoino: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

FABACEAE

103. *Gleditsia triacanthos* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: американське

104. *Gymnocladus dioica* (L.) K.Koch: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: американське

105. *Lathyrus tuberosus* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Origin: азійське

106. *Lotus corniculatus* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський

107. *Medicago falcata* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

108. *Medicago lupulina* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

109. *Robinia pseudoacacia* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: американське

110. *Trifolium campestre* Schreb.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

111. *Trifolium pratense* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

112. *Trifolium repens* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

113. *Vicia sativa* L. subsp. *sativa*: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: антропогенне

114. *Vicia sativa* subsp. *nigra* Ehrh.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт? – L. f.: трава однорічна. –

- Hab.: Pr. – Origin: середземноморсько-азійське
115. *Vicia sepium* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
116. *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
117. *Vicia villosa* Roth: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
- FAGACEAE
118. *Fagus sylvatica* L.: в культурі. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Range: європейський
119. *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.: в культурі. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Origin: європейсько-середземноморський
120. *Quercus robur* L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейський
121. *Quercus rubra* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Origin: американське
- GERANIACEAE
122. *Geranium columbinum* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське
123. *Geranium pusillum* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
124. *Geranium robertianum* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
- HYDRANGEACEAE
125. *Hydrangea paniculata* Siebold: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: азійське
126. *Philadelphus × hybridus* hort.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: антропогенне
- HYPERICACEAE
127. *Hypericum perforatum* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: палеарктичний
- IRIDACEAE
128. *Iris × hybrida* hort.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: трава багаторічна. – Origin: антропогенне
- JUGLANDACEAE
129. *Juglans regia* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
- JUNCACEAE
130. *Juncus compressus* Jacq.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
131. *Luzula multiflora* (Ehrh.) Lej.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
- LAMIACEAE
132. *Ajuga genevensis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: європейський

133. *Ballota nigra* L. subsp. *nigra*: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
134. *Galeopsis ladanum* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
135. *Glechoma hederacea* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
136. *Lamium album* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
137. *Lamium galeobdolon* (L.) L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський
138. *Lamium maculatum* (L.) L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський
139. *Mentha longifolia* (L.) L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
140. *Prunella vulgaris* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
- MALVACEAE
141. *Hibiscus syriacus* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: азійське
142. *Malva sylvestris* L.: спонтанно. – Imm.: alien (escaped), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
143. *Tilia × europaea* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейський
144. *Tilia platyphyllos* Scop. subsp. *cordifolia* (Besser) C.K.Schneid.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейський
145. *Tilia tomentosa* Moench: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: середземноморський
- MORACEAE
146. *Morus alba* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
- OLEACEAE
147. *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: азійське
148. *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* (M.Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Origin: середземноморське
149. *Fraxinus excelsior* L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейський
150. *Fraxinus pennsylvanica* Marshall var. *lanceolata* (Borkh.) Sarg.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: американське
151. *Ligustrum vulgare* L.: в культурі й спонтанно. –

- Imm.: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Sl. – Range: середземноморський
152. *Syringa vulgaris* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: середземноморське
- OROBANCHACEAE
153. *Melampyrum cristatum* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Ma. – Range: європейський
- OXALIDACEAE
154. *Oxalis stricta* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Origin: американське
- PAPAVERACEAE
155. *Chelidonium majus* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
156. *Corydalis solida* (L.) Clairv.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський
157. *Papaver rhoeas* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
- PHYTOLACCACEAE
158. *Phytolacca acinosa* Roxb.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
- PLANTAGINACEAE
159. *Linaria vulgaris* Mill.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
160. *Plantago lanceolata* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
161. *Plantago major* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
162. *Veronica chamaedrys* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: палеарктичний
163. *Veronica serpyllifolia* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
164. *Veronica sublobata* M.A.Fisch.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський
165. *Veronica verna* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
- POACEAE
166. *Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський
167. *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P.Beauv.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
168. *Bromus hordeaceus* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
169. *Bromus inermis* Leyss.: спонтанно. – Imm.: native. –

- L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
170. *Bromus sterilis* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське
171. *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth : спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
172. *Dactylis glomerata* L. subsp. *glomerata*: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
173. *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muhl.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
174. *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
175. *Elymus repens* (L.) Gould: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
176. *Eragrostis minor* Host: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське
177. *Festuca rubra* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
178. *Hordeum murinum* L. subsp. *murinum*: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморсько-азійське
179. *Lolium arundinaceum* (Schreb.) Darbysh subsp. *orientale* (Hack.) G.H.Loos: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: середземноморський
180. *Lolium perenne* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейсько-середземноморський
181. *Lolium pratense* (Huds.) Darbysh.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
182. *Milium effusum* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: голарктичний
183. *Poa angustifolia* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: St. – Range: голарктичний
184. *Poa annua* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Range: полірегіональний
185. *Poa pratensis* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
186. *Poa trivialis* L.: спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
187. *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
188. *Triticum aestivum* L.: спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
- POLYGONACEAE

189. *Fallopia convolvulus* (L.) Á.Löve: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: азійське
 190. *Fallopia dumetorum* (L.) Holub: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Ma. – Range: палеарктичний
 191. *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
 192. *Persicaria maculosa* Gray: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Pr. – Range: голарктичний
 193. *Polygonum arenastrum* Boreau: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
 194. *Polygonum aviculare* L. subsp. *aviculare*: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
 195. *Reynoutria* × *bohemica* Chrtek & Chrtková: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Origin: антропогенне
 196. *Rumex obtusifolius* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Range: європейський
 197. *Rumex thyrsiflorus* Fingerh.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
- PRIMULACEAE
198. *Lysimachia nummularia* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський
- RANUNCULACEAE
199. *Anemonoides nemorosa* (L.) Holub: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський
 200. *Anemonoides sylvestris* (L.) Galasso, Banfi & Soldano: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: євразійський степовий
 201. *Ranunculus acris* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: бореальний
 202. *Ranunculus ficaria* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
- ROSACEAE
203. *Crataegus monogyna* Jacq.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Ma. – Range: європейсько-середземноморський
 204. *Crataegus rhypidophylla* Gand.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Ma. – Range: європейсько-середземноморський
 205. *Geum urbanum* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: палеарктичний
 206. *Kerria japonica* (L.) DC.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: азійське
 207. *Malus domestica* (Suckow) Borkh.: в культурі й

- спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: антропогенне
208. *Potentilla argentea* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
209. *Potentilla reptans* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
210. *Prunus avium* (L.) L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський
211. *Prunus cerasifera* Ehrh. (тип і f. *pissardii* (Carrière) Koehne): в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Origin: азійське
212. *Prunus serrulata* Lindl.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: азійське
213. *Rosa canina* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Ma. – Range: європейсько-середземноморський
214. *Rubus caesius* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Ma. – Range: палеарктичний
215. *Spiraea* × *vanhouttei* (Briot) Carrière: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: кущ. – Origin: антропогенне
216. *Torminalis glaberrima* (Gand.) Sennikov & Kurtto: в культурі. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Range: європейсько-середземноморський

RUBIACEAE

217. *Galium album* Mill.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний
218. *Galium aparine* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний
219. *Galium mollugo* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Pr. – Range: європейський

SALICACEAE

220. *Salix babylonica* L. f. *tortuosa* Y.L.Chou: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: азійське

SANTALACEAE

221. *Viscum album* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

SAPINDACEAE

222. *Acer campestre* L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський
223. *Acer negundo* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: американське
224. *Acer platanoides* L.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський
225. *Acer pseudoplatanus* L.: в культурі й спонтанно. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейський
226. *Acer tataricum* L.: в культурі. – Imm: native. – L. f.: дерево. – Range: палеарктичний
227. *Aesculus hippocastanum* L.: в культурі. – Imm.: alien. – L. f.: дерево. – Origin: американське

SCROPHULARIACEAE

228. *Verbascum lychnitis* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава малорічна. – Hab.: Pr. – Range: палеарктичний

SIMAROUBACEAE

229. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: дерево. – Hab.: Sn. – Origin: азійське

SOLANACEAE

230. *Solanum nigrum* L.: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), кенофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське

ULMACEAE

231. *Ulmus glabra* Huds.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

232. *Ulmus minor* Mill.: в культурі й спонтанно. – Imm.: native. – L. f.: дерево. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

URTICACEAE

233. *Urtica dioica* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.:

трава багаторічна. – Hab.: Sn. – Range: палеарктичний

VIBURNACEAE

234. *Sambucus nigra* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: кущ. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

VIOLACEAE

235. *Viola arvensis* Murray: спонтанно. – Imm.: alien (xenophyte), археофіт. – L. f.: трава однорічна. – Hab.: Sn. – Origin: середземноморське

236. *Viola canina* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейський

237. *Viola hirta* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Ma. – Range: палеарктичний

238. *Viola odorata* L.: спонтанно. – Imm: native. – L. f.: трава багаторічна. – Hab.: Sl. – Range: європейсько-середземноморський

VITACEAE

239. *Parthenocissus inserta* (A.Kern.) Fritsch: в культурі й спонтанно. – Imm.: alien (escaped), кенофіт. – L. f.: ліана. – Hab.: Sn. – Origin: американське

Дата першого надходження статті до видання: 20.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



БІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРАТЕГІЙ ГОДІВЛІ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO* L.) У ВОДОЙМАХ ЖИТОМИРЩИНИ

Оксана ЛАВРИНЮК¹, Вадим МУДРЕНКО²

Дослідження присвячене комплексному аналізу функціонування кормової бази та оцінці ефективності стратегій годівлі у рибних господарствах Житомирської області протягом 2022–2024 років. У роботі обґрунтовано, що витрати на корми є ключовим детермінантом економічної стійкості аквакультури, становлячи до 70% собівартості. Особливу увагу приділено біологічній відповіді організму коропа на зміну раціонів. Встановлено, що зростання коефіцієнта конверсії корму (FCR) з 2,37 до 4,09 корелює з порушенням метаболічного балансу риб. Дефіцит незамінних амінокислот та вітамінів у низькоякісних кормах призводить до сповільнення пластичного обміну та зниження резистентності імунного бар'єру коропа до патогенів. Проаналізовано динаміку росту іхтіомаси залежно від засвоєності протеїнових компонентів, що є критичним для формування фізіологічно здорової популяції. З екологічного погляду доведено, що нераціональна годівля є джерелом вторинного забруднення водойм. Недоїдений корм та надлишкова екскреція продуктів азотистого обміну провокують антропогенну евтрофікацію ставків Полісся. Запропоновано методіку інтегрованого показника FCR, який враховує споживання природної кормової бази (фіто-, зоопланктону та бентосу). Це дозволяє оптимізувати трофічне навантаження на екосистему та зберегти біорізноманіття мікроорганізмів. В контексті медичної біології та дієтології обґрунтовано, що якість стратегії годівлі безпосередньо впливає на нутрієнтний профіль товарної риби. Встановлено, що корекція раціонів за допомогою високоякісних добавок сприяє накопиченню в м'язовій тканині коропа поліненасичених жирних кислот (Омега-3, Омега-6) та легкозасвоюваних білків. Це підвищує біологічну цінність продукції для кінцевого споживача, мінімізуючи ризики накопичення в рибі шкідливих продуктів перекисного окиснення ліпідів.

Ключові слова: аквакультура, короп, коефіцієнт конверсії корму (FCR), кормова база, Житомирська область, екологізація рибництва.

¹Кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури, Поліський національний університет, Старий бульвар, 7, Житомир 10008, Україна; e-mail: Oksana_lavren@ukr.net

²Житомирський медичний інститут, вул. Велика Бердичівська, 6/15, Житомир, 10002, Україна

Лавринюк О.: <https://orcid.org/0000-0003-3145-3689>

Мудренко В.: <https://orcid.org/0009-0005-3292-2768>

*Biological substantiation and ecological efficiency of carp (*Cyprinus carpio* L.) feeding strategies in the water bodies of the Zhytomyr Region*

Lavryniuk O.¹, Mudrenko V.²

The study is devoted to a comprehensive analysis of the forage base functioning and an assessment of the effectiveness of feeding strategies in fish farms of the Zhytomyr region during 2022–2024. The paper substantiates that feed costs are a key determinant of the economic sustainability of aquaculture, accounting for up to 70 % of production costs. Particular attention is paid to the biological response of the carp organism to changes in diets. It was established that an increase in the feed conversion ratio (FCR) from 2.37 to 4.09 correlates with a disturbance in the metabolic balance of the fish. Deficiencies of essential amino acids and vitamins in low-quality feeds lead to a slowdown in anabolic processes and a decrease in the resistance of the carp's immune barrier to pathogens. The dynamics of ichthyomass growth were analyzed depending on the digestibility of protein components, which is critical for the formation of a physiologically healthy population. From an ecological perspective, it is proven that irrational feeding is a source of secondary pollution of water bodies. Uneaten feed and excessive excretion of nitrogen metabolism products provoke anthropogenic eutrophication of Polissya ponds. A methodology for an integrated FCR index is proposed, which takes into account the consumption of the natural forage base (phyto-, zooplankton, and benthos). This allows for the optimization of the trophic load on the ecosystem and the preservation of the biodiversity of microorganisms that perform the function of biological self-purification. In the context of biomedicine and nutritional science, it is substantiated that the quality of the feeding strategy directly affects the nutrient profile of marketable fish. It was found that diet correction using high-quality additives promotes the accumulation of polyunsaturated fatty acids (Omega-3, Omega-6) and easily digestible proteins in carp muscle tissue. This increases the biological value of the product for the end consumer, minimizing the risks of accumulation of harmful lipid peroxidation products in the fish.

Key words: aquaculture, carp, feed conversion ratio (FCR), forage base, Zhytomyr region, sustainable fish farming.

¹Department of Bioresources, Animal Husbandry and Aquaculture, Polissia National University, 7 Staryi Blvd, Zhytomyr 10008, Ukraine; e-mail: Oksana_lavren@ukr.net

²Zhytomyr Medical Institute, 6/15 Velyka Berdychivska St, Zhytomyr 10002, Ukraine

Lavryniuk O.: <https://orcid.org/0000-0003-3145-3689>

Mudrenko V.: <https://orcid.org/0009-0005-3292-2768>

Вступ

Дослідження особливостей використання кормів у коропівництві Житомирщини зумовлене комплексом біомедичних, екологічних та економічних чинників. Оскільки кормові витрати формують 60–70% собівартості продукції, оптимізація коефіцієнта конверсії є ключовим інструментом підвищення рентабельності. Однак, окрім економічного аспекту, низька ефективність годівлі (ріст FCR до 4,1) свідчить про глибокі біологічні порушення в організмі коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758.), зокрема дисбаланс азотистого обміну та жирову інфільтрацію печінки.

Наукова новизна роботи полягає в адаптації кормових стратегій до специфіки напівінтенсивних господарств Полісся з урахуванням фізіологічних потреб риби. Раціоналізація годівлі дозволяє мінімізувати екологічні ризики антропогенної евтрофікації та запобігає акумуляції нез'їдених решток на дні, що в умовах кислих ґрунтів Полісся провокує анаеробне гниття та пригнічує біоіндикаторні види бентосу (*Chironomidae*). З позиції превентивної медицини, оптимізація раціонів є критичною для формування якісного нутрієнтного профілю риби, забезпечуючи накопичення в м'язах незамінних жирних кислот та легкозасвоюваного білка, що підвищує дієтичну цінність продукції для населення.

Метою роботи є провести системний аналіз сучасних стратегій, компонентної структури та біологічної ефективності використання кормових ресурсів у коропівництві Житомирської області. Дослідження спрямоване на розробку науково-методичного підґрунтя для оптимізації раціонів. Це дозволить не лише забезпечити економічну рентабельність, а й підтримувати гомеостаз водних екосистем та гарантувати виробництво біологічно безпечної харчової сировини в межах Поліського регіону.

Матеріал та методики

Для комплексного розв'язання поставлених завдань було застосовано інтегрований підхід, що поєднує зоотехнічні, гідробіологічні та біохімічні методи. Методологічну основу роботи становить системний підхід, що базується на поєднанні загальнонаукових методів із вузькоспеціалізованими біологічними та гідроекологічними дослідженнями. Для досягнення об'єктивності результатів та розкриття біоекономічного потенціалу господарств було застосовано такий інструментарій: теоретико-аналітичні методи (аналіз та синтез використовувалися для вивчення динаміки кор-

мових витрат та їх впливу на фізіологічний стан риб, метод індукції та дедукції дозволив екстраполювати дані, отримані в окремих господарствах Житомирщини, на загальні тенденції розвитку аквакультури Полісся), метод пояснення та узагальнення (застосований для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між якістю годівлі, зміною показника FCR та екологічною стійкістю водойм), біологічні та іхтіологічні методи (це дозволило оцінити біологічну відповідь організму на різні стратегії годівлі), екологічний моніторинг (використовувалися методи гідрохімічного аналізу для оцінки вмісту азотистих сполук та розчиненого кисню, а також кількісний облік бентосних організмів (*Chironomidae*) для оцінки трофічного статусу екосистем), біохімічний контроль (що дозволило оцінити продукцію з позиції нутриціології та безпеки харчування).

Результати досліджень

Житомирська область володіє унікальним гідрографічним профілем, розподіленим між суббасейнами Прип'яті (56 %) та Середнього Дніпра (44 %). Мережа з 221 річки завдовжки понад 10 км та 1822 ставків є складною системою екотопів, де гідрологічний режим безпосередньо лімітує первинну продуктивність водойм. Весняне водопілля, на яке припадає до 70% стоку, визначає динаміку вимивання біогенних елементів, що є критичним для формування стартової кормової бази (фітопланктону). Функціонування галузі відбувається в умовах специфічного фону: наявність торфових відкладень спричиняє значні амплітуди коливань рН та мінералізації. Це створює постійний аліментарний та осмотичний стрес для коропа, вимагаючи додаткових енергетичних витрат на підтримку гомеостазу.

Домінуюче у регіоні ставкове рибництво базується на полікультурі (*Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys*). У напівекстенсивних системах значна частка приросту забезпечується природним зоопланктоном та бентосом. Ігнорування цієї складової при обчисленні коефіцієнта конверсії корму (FCR) створює біологічну похибку, що маскує реальний стан нутрієнтного обміну та заважає об'єктивній оцінці фізіологічної вартості одиниці приросту.

Ефективність сучасного господарства корелює з мінімізацією антропогенного навантаження. Нераціональне внесення кормосумішей без урахування активності ферментів риби при певних температурах призводить до седиментації нез'їдених решток. Це запускає процеси мікробіологіч-

ного розкладу органіки, що погіршує кисневий режим. Попри потужний потенціал, галузь стикається з відсутністю системного біомоніторингу, що веде до порушення метаболічного балансу та зростання операційних витрат.

У межах проведеного дослідження здійснено ретроспективний аналіз річної динаміки кормових витрат за період 2022–2024 рр. Науковий підхід передбачав дескриптивну деталізацію даних за ключовими біогрупами: молодь (ремонтний матеріал), маточне поголів'я та товарна риба. Така диференціація дозволила ідентифікувати специфіку метаболічних потреб на різних етапах онтогенезу. Зокрема, було верифіковано «критичні точки», де незбалансована годівля молоді призводить до зниження її імунобіологічної резистентності, а перевищення норм внесення кормів для товарної групи створює надмірне екологічне навантаження на екосистему водойм через накопичення азотистих метаболітів.

Ефективність функціонування рибних господарств безпосередньо залежить від раціонального розподілу кормових ресурсів між різними віковими групами риб. У таблиці 1 представлено результати моніторингу обсягів використання кормів протягом 2022–2024 рр. Аналіз цих даних дозволяє не лише простежити кількісну динаміку витрат, а й оцінити біо-екологічну роль годівлі у забезпеченні життєдіяльності молоді, маточного поголів'я та товарної риби.

Середньорічні показники витрат кормів дають найбільш об'єктивне уявлення про фізіологічну адекватність застосовуваних технологій. Аналіз структури свідчить про виражену інтенсифікацію вирощування товарного коропа, на нагул якого спрямовано понад 75% ресурсів (400,9 т). З позиції медичної біології цей етап є вирішальним, оскільки саме зараз формується ліпідний профіль м'язової тканини та акумулюються нутрієнти, що визначають харчову цінність риби для споживача.

Водночас різке зростання витрат на молодь у 2023 році (до 205 т) вказує на зміну стратегії

відтворення, що підвищує ризики для зарибку. Надмірне використання концентратів на цьому етапі без належної аерації може провокувати аліментарну гіпоксію та зниження імунологічної резистентності молоді.

Виявлена тенденція до зростання коефіцієнта конверсії корму (FCR) свідчить, що інтенсифікація росту задля скорочення термінів виробництва часто супроводжується аліментарним стресом. Метаболічний дисбаланс, за якого організм риби не встигає асимілювати надлишкові нутрієнти, призводить до зниження якості м'язового білка та порушення фізіологічної норми ліпідів у тканинах.

Окрім підриву фінансової стійкості, низька засвоюваність кормів дестабілізує екологічну рівновагу. Середньорічне внесення 528,8 т органіки створює значне депо біогенів у ставках Житомирщини. Оскільки значна частина цього обсягу не трансформується в біомасу, вона переходить у категорію органічного забруднення. Неасимільовані залишки високобілкових субстратів накопичуються в бентосній зоні, стаючи живильним середовищем для патогенної мікрофлори.

Процеси мікробіологічного розкладу органіки, характерні для Поліського регіону, супроводжуються активним поглинанням кисню. Це провокує хронічну гіпоксію іхтіофауни та деградацію природного біорізноманіття, що вимагає впровадження методів біоремедіації (зокрема використання пробіотиків) для запобігання закисленню донних відкладень.

Проведений аналіз річної динаміки та розрахунок середньорічних показників витрат за період 2022–2024 рр. дозволив встановити ключові закономірності у структурі енергозабезпечення популяцій коропа (Рис. 1).

Дослідженням встановлено, що товарна група коропа є головним споживачем ресурсів у рибних господарствах регіону, зі середньорічним показником 400 935,3 кг. З погляду біоенергетики та трофології, саме цей етап онтогенезу характеризу-

Таблиця 1. Динаміка та середньорічні витрати кормів у рибних господарствах, кг
Table 1. Dynamics and average annual feed expenditures in fish farms, kg

Показник	2022	2023	2024	Середнє	Біоекологічне значення
Витрати кормів, всього	412 963,0	642 704,0	530 808,0	528 825,0	Загальне трофічне навантаження на водойми.
на молодь (ремонт)	69 693,0	205 114,0	104 256,0	126 354,0	Забезпечення пластичного обміну та імуногенезу.
на маточне поголів'я	1 250,0	2 780,0	576,0	1 535,0	Підтримка репродуктивної функції та якості ікри.
на товарну рибу	342 020,0	434 810,0	425 976,0	400 935,3	Формування нутрієнтного профілю та м'язової маси.

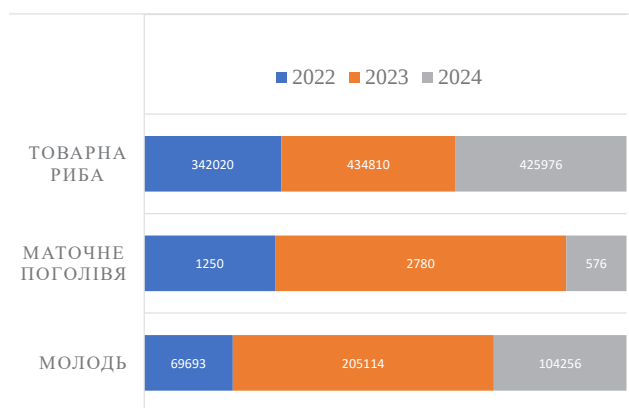


Рис.1. Середньорічні витрати кормів
Fig. 1. Average annual feed expenditures

ється максимальним поглинанням нутрієнтів, що створює основне екзогенне навантаження на водні екосистеми.

За таких умов оптимізація FCR набуває стратегічного значення, навіть незначне покращення ферментативного розщеплення та засвоєння компонентів корму дозволяє мінімізувати обсяг метаболічних відходів, зокрема сполук азоту та фосфору. Це не лише забезпечує суттєву економію сировини, а й сприяє відновленню екологічного гомеостазу рибницьких угідь через зниження інтенсивності накопичення біогенів у донних відкладеннях.

Оптимізація показника кормового коефіцієнта (FCR) для товарної риби має критичне біохімічне значення, оскільки стимулювання ферментативної активності травного тракту підвищує ефективність засвоєння нутрієнтів і мінімізує обсяги неперетравлених решток. Це, своєю чергою, радикально знижує екскрецію аміаку, сечовини та сполук фосфору, що дозволяє не лише економити сировину, а й стабілізувати гідробіологічний режим водойм шляхом зменшення органічного навантаження та збереження оптимальної концентрації розчиненого кисню. Підтримка такого балансу є необхідною умовою для життєдіяльності аеробної мікрофлори та розвитку природної кормової бази - зоопланктону й бентосу, перетворюючи біологічно обґрунтовану стратегію годівлі

на ефективний інструмент екологічної реабілітації рибницьких угідь за умови збереження високої продуктивності, динаміка та структура якої детализована нижче (таблиця 2).

Аналіз діяльності рибних господарств Житомирщини протягом досліджуваного періоду виявив виражену регресивну динаміку фізичних показників: обсяги реалізації товарного коропа скоротилися на 27,8 % – зі 144,2 тис. кг до 104,1 тис. кг. При цьому галузь демонструє ілюзорну фінансову стабільність із середньорічною виручкою на рівні 9 108,93 тис. грн. Однак цей ефект є суто екзогенним і забезпечується лише за рахунок зростання реалізаційної ціни, що фактично маскує зниження реальної продуктивності та погіршення біологічних характеристик об'єктів аквакультури.

Особливе занепокоєння викликає дестабілізація сегменту відтворення. Різкий стрибок реалізації молоді у 2023 році (до 20,7 млн шт.) з наступним припиненням продажів у 2024 році свідчить про глибокий збій у виробничому циклі. Це може бути наслідком вимушеного використання зарибку для внутрішньої компенсації високої смертності на етапах нагулу або критичного зниження резистентності вразливих вікових груп до специфічних патогенів Полісся.

На тлі стагнації виробництва спостерігаються нераціонально високі витрати кормів, що відображається у високому показникові FCR. Такий нутрієнтний дисбаланс опосередковано підтверджує погіршення біохімічних показників продукції: ймовірне зростання вмісту вологи та негативну трансформацію ліпідного профілю тканин. Як наслідок, біологічна цінність рибного білка для кінцевого споживача знижується, що зумовлює гостру потребу у впровадженні системного біомоніторингу та корекції раціонів.

Для виходу з поточної хиткої рівноваги пріоритетним завданням є перехід до стратегії екологізації та оптимізації трофічних циклів. Замість кількісного нарощування обсягів годівлі необхідно зосередитися на якісній засвоюваності компонентів корму та покращенні метаболізму риб. Рационалізація нутрієнтного обміну дозволить не

Таблиця 2. Динаміка та структура реалізації продукції рибними господарствами Житомирської області
Table 2. Dynamics and structure of product sales by fish farms in the Zhytomyr region

Показник	Товарна риба		Молодь		Всього, тис. грн
	кількість, кг	вартість, тис. грн	кількість, тис. шт	вартість, тис. грн	
2022	144 234,0	9 053, 80	23,9	119,0	9 172,8
2023	111 947,0	8 255, 57	20 700,0	1 602, 50	9 858,07
2024	104 110,0	8 296, 05	0	0	8 296,05
Середнє	120 097,0	8 534,88	10 361,95 (за 2 р.)	860,75 (за 2 р.)	9 108,93

лише знизити собівартість продукції, а й відновити внутрішню біологічну стійкість господарств, мінімізуючи їх залежність від інфляційних процесів та ринкових коливань. Для комплексної оцінки стану галузі нами зіставлено динаміку коефіцієнта конверсії корму (FCR), як індикатора фізіологічного здоров'я популяцій, та середньої ціни реалізації (Табл. 3).

Головним деструктивним трендом у рибних господарствах Житомирщини є стрімке погіршення технологічних параметрів вирощування. Показник коефіцієнта конверсії корму (FCR) зріс із відносно стабільних 2,37 у 2022 році до критичних 4,09 у 2024 році. Такий стрибок сигналізує про те, що значна частка енергії корму не трансформується у приріст біомаси, а витрачається на підтримку життєдіяльності в умовах аліментарного стресу або ж безповоротно вимивається у воду.

Головним деструктивним трендом є стрімке погіршення технологічних параметрів, показник FCR зріс із відносно стабільних 2,37 у 2022 році до критичних 4,09 у 2024 році (Рис. 2).

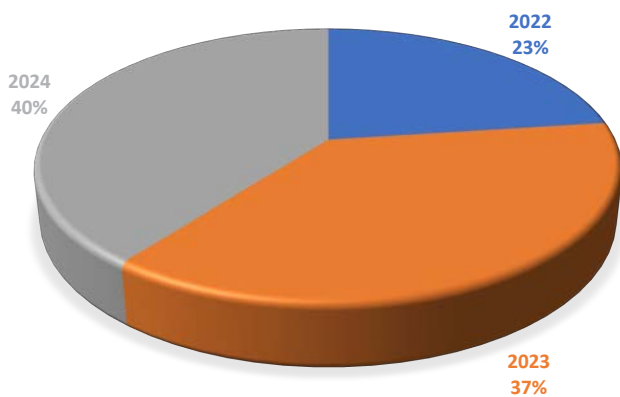


Рис. 2. Коефіцієнт конверсії корму (ККК)

Fig. 2. Feed Conversion Ratio (FCR)

Різке падіння ефективності засвоєння нутрієнтів є результатом синергічного впливу низки чинників. Використання компонентів із низькою біологічною доступністю змушує організм риби витрачати ресурси на катаболічні процеси замість соматичного росту. Це порушує метаболізм та знижує резистентність коропа до патогенів, що в умовах напівінтенсивного вирощування призводить

до втрати апетиту та пригнічення обміну речовин. Ситуацію ускладнюють специфічні умови Полісся: значні амплітуди коливань рН, характерні для водойм із торфовими відкладеннями, у поєднанні з періодичним дефіцитом кисню роблять процес годівлі біологічно нераціональним.

Екологічна дестабілізація ставкових екосистем регіону тісно пов'язана з цим технологічним занепадом. Надмірне внесення кормів без урахування реальних потреб риби перетворює високо-вартісний ресурс на основне джерело антропогенної евтрофікації. В умовах кислих ґрунтів та слабого водообміну це спричиняє закислення донних відкладень та деградацію природного біорізноманіття водойм.

Зрештою, така продукція втрачає статус дієтичної та функціональної сировини. Зниження біологічної цінності м'яса робить його менш ефективним для профілактики аліментарних захворювань людини. Таким чином, екологічна стабільність водойм та медична якість харчового білка перебувають у прямій залежності від технологічної точності годівлі.

З огляду на це, зниження FCR через впровадження методів біокорекції та метаболічної підтримки риб є пріоритетним стратегічним завданням. Це дозволить не лише відновити економічну рентабельність господарств, а й стабілізувати екологічний стан рибницьких угідь, запобігаючи їх передчасній евтрофікації та деградації (Табл. 4).

Зростання коефіцієнта конверсії корму до 4,1 свідчить про те, що значна частина поживних речовин не засвоюється належним чином, створюючи надмірне навантаження на травну систему. У коропа це проявляється через різке збільшення гепатосоматичного індексу (ГСІ) – відношення маси печінки до маси тіла. Причиною є жирова інфільтрація (стеатоз), коли через дисбаланс амінокислот та надлишок вуглеводів печінка перетворюється на депо для депонованих ліпідів замість виконання своїх бар'єрних функцій. Така патологія порушує синтез вітамінів та детоксикацію продуктів обміну. Це негативно впливає на органолептичні властивості риби, м'ясо набуває специфічного присмаку, а його текстура стає пухкою через порушення ліпідного профілю тканин.

Таблиця 3. Динаміка коефіцієнта конверсії корму (ККК) та середньої ціни реалізації товарного коропа

Table 3. Dynamics of the feed conversion ratio (FCR) and the average sales price of marketable carp

Рік	ККК (кг корму / кг риби)	Середня ціна реалізації (грн/кг)
2022	342 020,0 / 144 234,0 = 2,37	9 053 800,0 / 144 234,0 = 62,77
2023	434 810,0 / 111 947,0 = 3,88	8 255 570,0 / 111 947,0 = 73,74
2024	425 976,0 / 104 110,0 = 4,09	8 296 050,0 / 104 110,0 = 79,68
Середнє	400 935,3 / 120 097,0 = 3,34	8 534 807,0 / 120 097,0 = 71,07

Таблиця 4. Порівняльна характеристика біологічних та біохімічних показників коропа залежно від стратегії годівлі

Table 4. Comparative characteristics of biological and biochemical indicators of carp depending on the feeding strategy

Показник	Оптимальна годівля (FCR 2,3)	Критична перевитрата (FCR 4,1)	Наслідки для медицини та екології
Вміст білка у м'язах, %	18,5–19,2	14,8–16,0	Зниження біологічної цінності продукту для людини.
Жирність (Омега-3/-6), %	4,5–5,5	2,8–3,2*	Погіршення дієтичного профілю (ризик оксидативного стресу).
Коефіцієнт вгодованості (за Фультоном)	3,8–4,2	2,9–3,3	Зниження виходу товарної продукції та її привабливості.
Рівень гемоглобіну, г/л	85–100	65–75	Свідчить про гіпоксію та анемію через погану якість води.
Накопичення N-загального у воді, мг/л	0,8–1,2	2,5–4,0	Ризик евтрофікації: цвітіння води та дефіцит кисню.

Примітка: * – за умови використання незбалансованих рослинних кормів без добавок.

Обговорення

Екологічна небезпека перевитрати корму (різниця у 1,8 одиниці ККК) полягає в акумуляції органічного осаду на дні водойм. Високий рівень нез'їденого корму неминуче веде до зростання концентрації аміаку (NH_3) та нітритів у водному середовищі. Навіть при сублетальних концентраціях ці сполуки проникають через зябровий епітелій у кров риби, викликаючи хронічну інтоксикацію. Така продукція є менш безпечною, оскільки в тканинах риби можуть накопичуватися залишкові продукти азотистого обміну та медіатори стресу (кортизол). Споживання риби з порушеним біохімічним складом знижує очікуваний терапевтичний ефект від дієтичного харчування, оскільки замість омега-жирних кислот споживач отримує продукт з високим вмістом насичених жирів та потенційно токсичних метаболітів, що виникли внаслідок несприятливих умов вирощування.

Замулення дна, спричинене надлишком нез'їденого корму, призводить до елімінації найбільш цінних для коропа представників донної фауни. У першу чергу зникають личинки хірономід (*Chironomidae*, зокрема *Chironomus plumosus*) та олігохети (*Oligocheta*), які є природним концентратором білка та незамінних жирних кислот. Їх місце займають менш цінні види або ж формуються анаеробні зони, де життя макробентосу стає неможливим.

Для коропа це означає втрату «балансуючого» природного компонента раціону. Оскільки штучний корм на Житомирщині часто базується на зерновій групі (пшениця, ячмінь), риба намагається компенсувати дефіцит тваринного білка за рахунок збільшення обсягу споживання доступного рослинного корму. Це і призводить до зростання

FCR до 4,1, створюючи ілюзію вгодованості, яка насправді є набряком та жировим переродженням тканин.

Для оптимізації стратегій годівлі коропа та повернення показника ККК до фізіологічної норми 2,3, необхідно перейти від простого насичення раціону калоріями до біологічно спрямованої корекції метаболізму. Ключовим етапом є впровадження гепатопротекторів, таких як холін-хлорид та бетаїн. Ці сполуки діють як ліпотропні агенти, що стимулюють синтез фосфоліпідів і забезпечують ефективний транспорт жирів із печінки. Це не лише запобігає патологічному стеатозу, а й активує секреторну функцію жовчі, що дозволяє організму риби максимально повно засвоювати енергоємні ліпідні компоненти кормів, знижуючи їх втрати у навколишнє середовище.

Паралельно з внутрішньою підтримкою організму, стратегія має включати використання пробіотичних комплексів на основі бактерій *Bacillus subtilis*. Їх роль є подвійною: у кишечнику риби вони пригнічують патогенну мікрофлору та продукують ферменти (амілази, протеази), які допомагають розщеплювати складні кормові субстрати. Проте унікальність цього підходу для водойм Житомирщини полягає в екологічному ефекті, а саме: потрапляючи у воду разом із екскрементами, ці бактерії продовжують свою життєдіяльність у донних відкладеннях. Вони виступають у ролі «біологічних очищувачів», прискорюючи деструкцію органічного азоту та фосфору, що безпосередньо покращує гідрохімічний стан ставків та стримує процеси евтрофікації.

Нарешті, враховуючи регіональну специфіку Житомирського Полісся – зокрема низьку мінералізацію та схильність вод до закислення –

критично важливим є використання органічних підкислювачів (фумарової та лимонної кислот). Додавання цих компонентів до складу кормових гранул дозволяє стабілізувати оптимальний рівень рН безпосередньо у шлунково-кишковому тракці коропа. Це створює ідеальні умови для активації пепсину та інших протеолітичних ферментів, що радикально підвищує коефіцієнт засвоєння білка. Таким чином, комплексна інтеграція цих добавок дозволяє трансформувати стратегію годівлі з екстенсивної на високотехнологічну, забезпечуючи здоров'я іхтіофауни та екологічну стабільність водних екосистем. Отже, впровадження таких добавок дозволяє не лише знизити економічні витрати, а й відновити біологічну якість продукції. Короп, вирощений на фоні здорового бентосного комплексу та за підтримки гепатопротекторів, має щільну структуру м'язів, вищий вміст вітамінів групи В та є повноцінним дієтичним продуктом, що відповідає вимогам сучасної нутриціології.

Висновки

За досліджуваний період (2022–2024 рр.) виявлено критичну деградацію технологічної ефективності: зростання коефіцієнта конверсії корму (FCR) з 2,37 до 4,09 свідчить про глибоку системну кризу. Попри падіння натуральних обсягів виробництва (зі 144,2 до 104,1 тис. кг), фінансова стабільність підтримується ілюзорно – виключно за рахунок цінової інфляції (+26,9 %).

Зростання показника FCR понад фізіологічну норму (>4,0) свідчить про неефективну трансформацію енергії корму, яка в умовах хронічного аліментарного та гідрохімічного стресу витрачається на підтримання гомеостазу, а не на соматичний приріст риби. Для нівелювання цієї негативної тенденції необхідно реалізувати комплекс заходів з оптимізації раціонів шляхом імплементації високоякісних білкових компонентів і метаболічних коректорів (гепатопротекторів, ферментних препаратів), що підвищують біодоступність нутрієнтів, а також адаптувати стратегію годівлі до специфічного гідрохімічного профілю Полісся (низької

мінералізації та амплітудних коливань рН), які безпосередньо лімітують активність травної системи іхтіофауни.

Надмірне антропогенне навантаження, зумовлене середньорічним внесенням 400,9 т кормів за низького рівня їхньої асиміляції, створює ризики інтенсивної евтрофікації водойм, що потребує запровадження оперативного моніторингу гідрохімічних показників для динамічного коригування норм годівлі та запобігання акумуляції органічного осаду. Раціоналізація цього процесу передбачає перехід до уніфікованої методики розрахунку скоригованого коефіцієнта FCR, який враховує внесок природної кормової бази (планктону та бентосу), що дозволить об'єктивно оцінити реальний трофічний потенціал ставкових екосистем та мінімізувати екологічні ризики.

Зниження біологічної ефективності трансформації корму чинить прямий негативний вплив на якісні характеристики кінцевої продукції для споживача, оскільки аномально високий коефіцієнт FCR корелює з деградацією ліпідного профілю та скороченням частки повноцінного білка в м'язовій тканині риби. У контексті превентивної медицини впровадження стратегій раціональної годівлі є необхідною умовою для мінімізації акумуляції токсичних продуктів азотистого обміну в організмі риб, що гарантує отримання екологічно безпечного дієтичного продукту з високим вмістом незамінних Омега-3 жирних кислот.

Забезпечення стратегічної стійкості рибницької галузі регіону потребує концептуальної зміни виробничої парадигми: переходу від екстенсивної моделі економічної адаптації до стратегії технологічної інтенсифікації. Пріоритетним вектором модернізації є імплементація методів метаболічної корекції за допомогою біостимуляторів та впровадження систем оперативного біомоніторингу гідрохімічного режиму. Такий підхід дозволить стабілізувати коефіцієнт конверсії корму (FCR) у межах фізіологічного оптимуму (2,3–2,5), мінімізувати антропогенну евтрофікацію водойм та гарантувати сталість продовольчої безпеки на регіональному рівні

BAHDAI, T. (2016) Korop zvychainyi u vodnykh ekosystemakh ta akvakulturi [Common carp in aquatic ecosystems and aquaculture]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiia*, 20, 182–186. (in Ukrainian)

DEPARTMENT OF THE STATE AGENCY OF MELIORATION AND FISHERIES IN ZHYTOMYR

REGION (2026) *Akvakultura*. Available from: https://zt.darg.gov.ua/_akvakuljtura_0_32_menu_0_1.html (accessed 02.01.2026).

HASAN, M.R. (2000) Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. *Proceedings of the Conference Aquaculture in the Third Millennium: NACA, Bangkok and FAO*. Bangkok, pp. 193–219.

- LAVRYNIUK, O., MATKOVSKA, S. (2025) Current trends and prospects for the development of feed resources in aquaculture. *Scientific Horizons*, 28(10), 21–31. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2025.21>
- LAVRYNIUK, O.O., MATKOVSKA, S.I., VERBELCHUK, T.V., VERBELCHUK, S.P., KOBERNIUK, V.V. (2025) Analiz suchasnykh tendentsii ta perspektyv rozvytku hodivli ryb v akvakulturi Ukrainy [Analysis of current trends and prospects for the development of fish feeding in Ukrainian aquaculture]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, 2(18), 39–63. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/wba.2025.2.3>
- LAVRYNIUK, O.O., BORSHCHENKO, V.V., VERBELCHUK, T.V., KOBERNIUK, V.V., VERBELCHUK, S.P. (2025) *Intensyvni tekhnologii kormiv ta hodivli v tvarynnytstvi ta akvakulturi* [Intensive technologies of feed and feeding in animal husbandry and aquaculture]. Polissia National University, Zhytomyr. (in Ukrainian)
- LAVRYNIUK, O.O., LISOHURSKA, D.V., VERBELCHUK, T.V., BORSHCHENKO, V.V. (2025) Vyrobnnytstvo ta realizatsiia tovarnoi produktsii akvakultury v Ukraini [Production and sale of marketable aquaculture products in Ukraine]. *Water Bioresources and Aquaculture*, 1(17), 123–132. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/wba.2025.1.11>
- MYKHALKO, O.H., VECHIORKA, V.V., BIEDUNKOVA, O.O., KOLOMIITSEVA, O.M., VERBELCHUK, T.V., VERBELCHUK, S.P., KOBERNIUK, V.V., LAVRYNIUK, O.O., HORCHANOK, A. V. (2025) Akvakultura Sumshchyny: analiz lantsiuha dodanoi vartosti ta perspektyvy [Aquaculture of Sumy region: analysis of the value chain and prospects]. *Water Bioresources and Aquaculture*, 2(18), 79–117. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32782/wba.2025.2.5>
- PUTCHKOV, A.V. (2013) Survey of carabid beetles of the tribe Nebriini (Coleoptera, Carabidae) of the fauna of Ukraine. *Entomological Review*, 93(5), 620–629. <https://doi.org/10.1134/s0013873813050102>
- ROBB, D.H.F., CRAMPTON, V.O. (2013) On-farm feeding and feed management: perspectives from the fish feed industry. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 583, 489–518.
- STATE AGENCY OF MELIORATION AND FISHERIES OF UKRAINE (2026) Official website. Available from: <https://darg.gov.ua/> (accessed 02.01.2026)

Дата першого надходження статті до видання: 26.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



БРАСИНОСТЕРОЇДИ ТА ЇХ РОЛЬ У ФОРМУВАННІ СТІЙКОСТІ РОСЛИН РОДИНИ *EUPHORBIACEAE* JUSS.

Наталія ЛЕВЧИК¹, Наталія ЗАІМЕНКО¹, Наталія ГОРБЕНКО², Володимир ЛЕВОН¹

Стаття присвячена огляду та аналізу літературних джерел, в яких висвітлюються результати наукових досліджень гормонів брасиностероїдів рослин родини *Euphorbiaceae*, які беруть участь у регулюванні ряду метаболічних процесів, здійснюють взаємозв'язок рослини з оточуючим середовищем за нормальних та стресових умов, надають рослинам стійкості до абіотичних та біотичних стресів. Рослини *Euphorbiaceae* відомі із стародавніх часів та мають широкий спектр практичного застосування людиною, невибагливі до умов існування, каучуконоси, використовуються як сировина для енергетики, різних галузей промисловості, харчування, є засобом лікування та профілактики здоров'я людини, елементом побуту та ландшафтного дизайну. Рослини *Euphorbiaceae* є хорошим об'єктом дослідження ролі брасиностероїдів в механізмі стійкості рослин. Брасиностероїди задіяні у ряді важливих фізіологічних функцій рослин, збільшуючи їх фотосинтез, урожайність та стійкість до біотичних та абіотичних стресів. Брасиностероїди родини *Euphorbiaceae* відіграють ключову роль у фізіологічних параметрах латексу, покращуючи його якість та сприяючи відтоку. Біосинтез брасиностероїдів починається з фітостеролу кампестерол, проходить через чотири біохімічні реакції, із застосуванням життєвоважливих ферментів, які кодуєть ключові гени. Брасиностероїди сконцентровані у репродуктивних та вегетативних органах рослини, рухаються з внутрішньої частини клітини, де вони синтезуються, назовні, де вони сприймаються тією ж клітиною або сусідніми. Брасиностероїди не транспортуються на великі відстані, міжклітинний транспорт відбувається через плазмодесми і запускається у відповідь на їх ендogenous рівень. Відіграють вирішальну роль у регуляції метаболізму рослин за умов дії абіотичних стресів (посухового, температурного, сольового та реакції на важкі метали), адаптуючи енергогенеруючі органели клітини, підтримуючи їх гомеостаз та знижуючи активність процесів формування токсичних рівней активних форм кисню (АФК). Використання їх в рослинництві має ряд переваг – вони є нетоксичними, екологічно чистими та зменшують використання пестицидів. Знання функцій брасиностероїдів, особливостей їх біосинтезу, сигналізгу, контролю регуляції їх вмісту в клітині, інгібування, взаємодії з іншими гормонами сприятимуть вдосконаленню цінних харчових та технічних сільськогосподарських культур, вирощуванню на теренах України високоурожайних, стійких до біотичних та абіотичних факторів видів і сортів.

Ключові слова: *Euphorbiaceae*, брасиностероїди, абіотичний стрес, експресія генів, кіназа BR11, корецептор WAK1, фосфорилування.

¹Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, вул. Садово-Ботанічна, 1, Київ, 101014, Україна; e-mail: levchyk.n@ukr.net; zaimenkonn@ukr.net; vflevon@gmail.com

²Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, 79057, Україна; e-mail: nata.horbenko@gmail.com

Левчик Н.: <https://orcid.org/0000-0001-8668-8763>

Заїменко Н.: <https://orcid.org/0000-0003-2379-1223>

Горбенко Н.: <https://orcid.org/0000-0002-6053-6582>

Левон В.: <https://orcid.org/0000-0003-2652-9984>

Brassinosteroids and their role in forming the resistance of plants of the Euphorbiaceae family Juss.

Levchyk N.¹, Zaimenko N.¹ Horbenko N.², Levon V.¹

The article is devoted to the review and analysis of literary sources that highlight the results of scientific research on steroid hormones of brassinosteroids in plants of the *Euphorbiaceae* family. These hormones are involved in the regulation of a number of metabolic processes, interact with the environment under normal and stressful conditions, and provide plants with resistance to abiotic and biotic stresses. *Euphorbiaceae* plants have been known since ancient times, they are undemanding for living conditions and have a wide range of practical applications: produce rubber; are used as raw materials for energy, various industries, and food; are used as a means of health

treatment and prevention, as well as in everyday life and landscape design. Euphorbiaceae plants are a good subject for studying the role of brassinosteroids in plant resistance mechanisms. Brassinosteroids are involved in a number of important physiological functions of plants – increasing their photosynthesis, yield, and resistance to biotic and abiotic stresses. Brassinosteroids of the Euphorbiaceae family play a key role in improving the physiological parameters of latex, improving its quality, and promoting its outflow. The biosynthesis of brassinosteroids begins with the phytosterol campesterol, undergoes four biochemical reactions, with the use of vital enzymes that encode key genes. Brassinosteroids concentrated in the reproductive and vegetative organs of the plant, they move from the interior of the cell, where they are synthesized, to the exterior, where they are taken up by the same cell or neighboring cells. Brassinosteroids are not moved over the long distances; intercellular movement occurs through plasmodesmata and triggered in response to their endogenous level. They play a decisive role in regulating plant metabolism under the conditions of abiotic stress (drought, temperature, salt, and heavy metal reactions), adapting the energy-generating organelles of the cell, maintaining their homeostasis, and reducing the activity of processes that form toxic levels of Reactive Oxygen Species (ROS). Their use in crop production has several advantages – they are non-toxic, environmentally friendly and reduce the use of pesticides. Knowledge of the brassinosteroids' functions, the peculiarities of their biosynthesis, signaling, control of their content in the cell, inhibition, and interaction with other hormones will contribute to the improvement of valuable food and technical agricultural crops, the cultivation in Ukraine high-yielding species and varieties, resistant to biotic and abiotic factors.

Key words: Euphorbiaceae, brassinosteroids, abiotic stress, gene expression, BRI1 kinase, BAK1 co-receptor, phosphorylation.

¹M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Sadovo-Botanichna Street, 1, Kyiv 01014, Ukraine; e-mail: levchyk.n@ukr.net; zaimenkonv@ukr.net; vflevon@gmail.com

² The National Forestry University of Ukraine, Gen. Chuprynky St., 103, Lviv 79057, Ukraine; e-mail: nata.horbenko@gmail.com

Levchyk N.: <https://orcid.org/0000-0001-8668-8763>

Zaimenko N.: <https://orcid.org/0000-0003-2379-1223>

Horbenko N.: <https://orcid.org/0000-0002-6053-6582>

Levon V.: <https://orcid.org/0000-0003-2652-9984>

Вступ

У сучасному світі в умовах глобальних кліматичних змін, активної господарської діяльності людини, локальних воєнних конфліктів, що призводять до зміни ландшафту, виснаження природних джерел води та інших ресурсів, забруднення ґрунтів, відбувається втрата біорізноманіття рослинного та тваринного світу. Науковцям, генетикам, селекціонерам, аграріям з кожним роком важче отримувати високі врожаї цінних харчових культур, вразливих до критичних абіотичних та біотичних чинників.

Вжити та продовжити своє існування в таких умовах зможуть лише ті представники флори та фауни, які наділені рядом фізіологічних, біохімічних, морфологічних, обмінних особливостей та пристосувань. Такими рослинами є представники родини Euphorbiaceae Juss.

Родина Молочайні (Euphorbiaceae Juss.) є однією з найбільших родин квіткових рослин, містить понад 300 родів та 8000 видів. Молочайні широко поширені від тропічних лісів до сухих пустель у різноманітних ареалах світу, мають різні життєві форми від великих дерев, витких ліан, кущів та кущиків до трав'янистих бур'янів, ґрунтопокривних видів.

Рослини Euphorbiaceae належать до унікальних рослин, оскільки невибагливі до умов оточуючого середовища, можуть існувати та розмножуватись на маргінальних ґрунтах, витримувати тривалу посуху або обмежене водопостачання, продукують молочний сік, мають космополітичне розповсюдження. Ці рослини були в зоні уваги людини з давніх часів, як засоби для лікування, джерело харчування, отрута для полювання та риболовлі, в побуті та на присадибних ділянках, а головне – як біопаливо, джерело каучуку та сировини для промисловості.

Важливими для людини рослинами є *Acalypha indica* L., *Euphorbia hirta* L., *Euphorbia thymifolia* L., *Croton bonplandianus* Baill., *Jatropha gossypifolia* L., *Ricinus communis* L., оскільки використовуються в декоруванні приміщень та озелененні міст, мають корисні властивості та містять біологічно-активні сполуки, такі як алкалоїди, флавоноїди, стероїди, сапоніни, фенольні сполуки, жирні кислоти, складні ефіри, мінерали тощо (Islam et al. 2019).

До складу родини належать також види, що мають велике економічне значення, такі як *Ricinus communis* (рицинова олія), *Manihot esculenta* Crantz та *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg. (рис. 1).



A

B

C

D

Рис. 1. A – *Acalypha indica*; B – *Manihot esculenta*; C – *Ricinus communis* (фото Н. Левчик); D – *Hevea brasiliensis*, гербарій Ботанічного саду Мейзе (Бельгія) (MBG)

Fig. 1. A – *Acalypha indica*; B – *Manihot esculenta*; C – *Ricinus communis* (picture by N. Levchyk); D – *Hevea brasiliensis*, herbarium of the Botanical Garden of Meize (Belgium) (MBG)

Місцевим населенням багатьох країн світу з давніх давен використовуються молочаї, як засоби від важких захворювань, включаючи рак, діабет, хвороби серця. В медичній практиці Індії офіційно вважаються лікарськими *Acalypha* L., *Chrozophora* Neck. ex A.Juss., *Jatropha* L., *Mallotus* Lour., *Baliospermum* Blume, *Euphorbia neriifolia* L., *Euphorbia thymifolia*, *Jatropha gossypifolia*, *Ricinus communis*.

Молочайні – це складна родина з великим дослідницьким потенціалом. Наукову спільноту сьогодні цікавить, в чому полягає суть стійкості цих рослин, які фізіологічні та біохімічні процеси цьому сприяють і насамкінець можливість перенесення моделі механізму стійкості молочаїв на рослини культурної та природної флори.

Дослідження механізмів формування стійкості рослин до несприятливих умов оточуючого середовища є на сьогодні найважливішим із завдань та викликів біологічної науки. Велику роль у життєдіяльності та стійкості рослинного організму на всіх етапах онтогенезу відіграють фітогормони: абсцизова кислота, гіббереліни, саліцилова кислота, цитокініни, індоліл-3-оцтова кислота (Kosakivska et al. 2024).

Унікальними серед фітогормонів, за допомогою яких рослини так би мовити «думають», названі брасиностероїди (БР). Брасиностероїди є ендегенними рослинними гормонами, необхідними для регуляції багатьох фізіологічних процесів: росту, розвитку, стресостійкості, протистояння до посухи, спеки, холоду, а також захворювань (Clouse 2011; Kahya, Sezgin 2024).

На сьогодні внаслідок наукових досліджень перелік фізіологічних процесів, пов'язаних із

дією брасиностероїдів, поповнився і тепер включає проростання насіння, визначення форми листків та регулювання часу цвітіння (Clouse 2011; Husarova 2020). Встановлено, що група брасиностероїдів контролює роботу решти фітогормонів та взаємодіє практично з усіма гормонами росту рослин (Husarova 2020).

Проте наукові інтереси і відповідно дослідження брасиностероїдів були зосереджені переважно на видах культурної флори, інформація про них у рослин родини *Euphorbiaceae* відсутня у вітчизняних виданнях та надзвичайно обмежена у закордонних. Тому встановлення особливостей синтезу та будови, ролі та функцій брасиностероїдів у життєдіяльності та формуванні стійкості у рослин родини *Euphorbiaceae* потребує ґрунтовних досліджень.

Мета роботи: здійснити огляд та аналіз літературних джерел щодо синтезу, будови, кількісного вмісту, ролі та функцій брасиностероїдів у рослин родини *Euphorbiaceae*, а також оцінити механізми їх дії та характер впливу на клітинному й молекулярному рівнях. Особлива увага приділяється ролі брасиностероїдів у забезпеченні стійкості, витривалості та адаптаційних можливостей рослин до критичних умов середовища. Отримані узагальнення мають практичне значення для подальшого контролю та управління процесами біосинтезу й функціонування брасиностероїд-специфічних шляхів з метою вирощування стійких культур в Україні.

Брасиностероїди (БР) – це полігідроксильовані стероїдні рослинні гормони, що належать до класу циклічних тритерпеноїдів. Вони є похідними холестерину та представлені його структурними варіаціями. Складають родину з понад 60

стероїдних тритерпеноїдів плюс кілька кон'югатів, належать до важливих рослинних гормонів, відносяться до класу стеринових сполук (Kreis, Müller-Uri 2010; Bajguz 2011; Clouse 2011; Bouaziz 2014; Bessonova, Yakovlieva-Nosar 2014; Marfoua 2020; Bingbing et al. 2023).

Структурною одиницею брасиностероїдів є брасинолід, який синтезується переважно із кампестеролу і через кілька проміжних продуктів утворюються активні форми – кастастерон, брасиностерон та 24-епібрасинолід. Вперше сполука брасинолід із молекулярною формулою $C_{28}H_{48}O_6$ (рис. 2) була виявлена та отримана у 1979 р. Grove M.D. зі співавторами з 200 кг ліпідної фракції екстракту пилку ріпаку (*Brassica napus* L.) (Grove et al. 1979; Kreis, Müller-Uri 2010; Bouaziz 2014; Bessonova, Yakovlieva-Nosar 2014; Marfoua 2020; Bingbing et al. 2023).

Сьогодні брасиностероїди визнані шостим новим класом рослинних гормонів. Їх молекулярну структуру встановлено за допомогою спектроскопічного аналізу рентгенівської дифракції за допомогою газової хроматографії з мас-спектрометрією (ГХ-МС) та рідинної хроматографії (PX) (Evans 2009; Clouse 2011; Bouaziz 2014; Marfoua 2020; Bingbing et al. 2023) та може бути систематично позначена як (22R,23R,24S)-2 α ,3 α ,22,23-тетрагідрокси-24-метил-В-гомо-7-окса-5 α -холестан-6-он (Zullo, Günter 2002).

Брасиностероїди були виявлені та виділені з більш ніж 100 видів рослин, від водоростей до покритонасінних, щонайменше 53 покритонасінних (41 дводольних та 12 однодольних), 6 голонасінних, 3 водоростей, 1 мохоподібних та 1 вид судинно спорових рослин *Pteridophyta* Schimp., що свідчить про їх широке поширення в рослинному світі (Bajguz, Trytyn 2003; Clouse 2011; Peres et al. 2019).

Брасиностероїди можуть бути отримані з вуглецевого скелета 5 α -холестану (Zullo, Günter 2002; Bajguz 2011) та були класифіковані згідно з числом вуглецю кожної молекули стероїду (тобто C_{27} , C_{28} і C_{29}) на три основні типи. Скелет 5 α -холестану є основною структурою C_{27} -BR, 5 α -ергостан – для C_{28} -BR, тоді як 5 α -стигмастан є основною структурою C_{29} -BR (Manghwar et al. 2022; Kahya, Sezgin 2024). Різниця між ними залежить від типу та положення функціональних груп в кільцях А/В та бічному ланцюзі. Брасиностероїди можна класифікувати як сполуки C_{27} , C_{28} або C_{29} на основі алкільних заміщень у бічному ланцюзі (Aryal, Alferez 2025).

Не всі брасиностероїди завжди є біологічно активними. Брасинолід (BL), 24-епібрасинолід (24-epiBL) та 28-гомобрасинолід (28-homoBL) є активними брасиностероїдами та зазвичай використовуються в дослідженнях (рис. 2) (Kahya, Sezgin 2024).

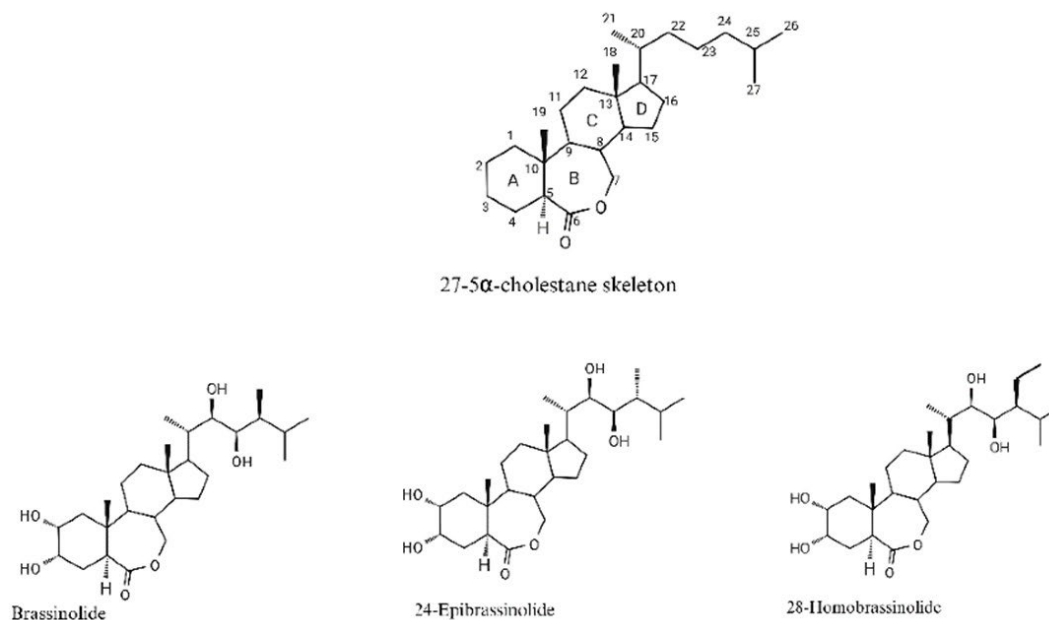


Рис. 2. Хімічна структура загального скелета C_{27} -5 α -холестану та деяких біологічно активних брасиностероїдів (Aryal, Alferez 2025)

Fig. 2. Chemical structure of the general skeleton of C_{27} -5 α -cholestane and some biologically active brassinosteroids (Aryal, Alferez 2025)

Для активного функціонування брасиностероїдам необхідний кисень у положенні C_6 та гідроксильна група в бічному ланцюзі в положеннях C_{22} та C_{23} . Деякі малопоширені брасиностероїди містять кисень у положенні C_3 та додаткові один або більше в атомах карбону C_2 , C_6 , C_{22} та C_{23} (Aryal, Alferez 2025). Окрім вільних брасиностероїдів у рослинах також було виявлено 5 кон'югатів цукру та жирних кислот (Vajguz 2011).

Методи отримання та дослідження брасиностероїдів

З моменту виявлення брасиноліду ряд брасиностероїдів були виділені із рослинної сировини та повністю охарактеризовані звичайними спектроскопічними методами. Переважну ж більшість із понад 50 відомих досі природних брасиностероїдів було виявлено в різних органах рослин кількох родин за допомогою газової або рідинної хроматографії в поєднанні з мас-спектрометрією та порівнянням з автентичними зразками (Zullo, Günter 2002).

Наявність брасиностероїдів у рослинах зазвичай вивчають за допомогою газової хроматографії з мас-спектрометрією (ГХ-МС) (Konstantinova et al. 2001). Проте, крім цього використовують інші аналітичні методи, такі як газова хроматографія (ГХ), вискоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ), рідинна хроматографія з тандемною мас-спектрометрією (РХ-МС/МС), надвискоефективна рідинна хроматографія з тандемною мас-спектрометрією (НВЕРХ-МС/МС), а також для виявлення, виділення та характеристики брасиностероїдів з композитних рослинних матеріалів застосовуються методи на основі біоаналізу (Mukesh et al. 2017).

В результаті на сьогодні вченими не тільки виділено брасиностероїди, але й синтезовано їх ізомери. Вибір методик залежить від мети дослідження. Кількісне визначення фітогормонів зазвичай проводиться за допомогою рідинної хроматографії (Bingbing et al. 2023). Вискоефективна рідинна хроматографія є методом вибору для остаточного очищення при виділенні природних брасиностероїдів, але це не традиційно для їх виявлення в рослинній сировині (Konstantinova et al. 2001).

Газова хроматографія застосовується для виявлення та кількісного визначення брасиностероїдів і є чутливішою, ніж обернено-фазова вискоефективна рідинна хроматографія (Zullo, Günter 2002).

Брасиностероїди трапляються у рослинах в дуже низьких концентраціях, тому завжди була важливою їх багатоетапна тривала очистка. Проте,

застосування нових сучасних методів надало можливість мінімізувати потребу в надмірному та довготривалому видобутку та очищенні, що скорочує час визначення сполук від кількох діб до декількох годин (Mukesh et al. 2017).

Біологічний огляд. Брасиностероїди – це специфічні унікальні рослинні стероїдні гормони, які необхідні для росту та розвитку здорової рослини. Вони діють та регулюють на різних рівнях протягом онтогенезу рослин фізіологічні процеси, включаючи поділ, видовження, диференціацію клітин, підтримку стовбурових клітин, диференціювання судин, репродуктивний розвиток (перехід до цвітіння), ріст пилкових трубок, проростання насіння, викликають зміни в експресії понад семи тисяч генів, активацію ферментів фотосинтезу, впливають на активність численних метаболічних шляхів і допомагають контролювати загальні процеси морфогенезу, на молекулярному рівні впливають на метаболізм нуклеїнових кислот. Брасиностероїди також широко залучені у процеси адаптації рослин до ряду несприятливих чинників зовнішнього середовища та надають рослинам стійкість до різних абіотичних та біотичних стресів (Evans 2009; Kreis, Müller-Uri 2010; Fariduddin et al. 2014; Derevianchuk 2015; Wei et al. 2016; Diachkov et al. 2021; Manghwar et al. 2022).

Брасиностероїди регулюють ріст, розвиток, фізіологічні процеси та формування урожаю у всіх наземних рослин. В умовах посухи та кліматичних змін, які негативно впливають на життєві процеси, брасиностероїди підтримують тургор та ріст рослин, підвищуючи стійкість до водного стресу (Braga de Oliveira et al. 2021).

Для брасиностероїдів відбувається на різних рівнях, включаючи генетичний, фізіологічний, біохімічний та молекулярний. Виявлено, що вони задіяні до регулювання активності тисяч (39,829) генів для посилення стійкості та систем захисту 64 рослин (Kosakivska et al. 2022.) Вони беруть участь у проростанні насіння, збільшуючи кількість та якість посівів, фотоморфогенезі, фотосинтезі, поділі та видовженні клітин, прояві статі квітки, рості та розвитку плодів, а також розмноженні та старінні рослин (Manghwar et al. 2022; Garrido-Auñón et al. 2024).

Крім того, брасиностероїди відіграють роль у рості пилкових трубок, проростанні та розвитку пилку, диференціації трахеальних елементів (ТЕ), які представляють собою високоспеціалізовані клітини ксилеми для транспортування рослиною вгору води та розчинених речовин, а також віді-

грають важливу роль у формуванні та диференціації ксилеми (Manghwar et al. 2022).

Крім того, брасиностероїди здатні захищати рослини від абіотичних (засоленість, спека, повінь, посуха та важкі метали) та біотичних (віруси, бактерії та гриби) стресів. (Padhiary et al. 2020; Garrido-Auñón et al. 2024). Однак на сьогоднішній день основні механізми стійкості рослин до абіотичних стресів, таких як спека, холод, посуха, засолення, пестициди та важкі метали, спричинені брасиностероїдами, значною мірою ще не зрозумілі (Ahammed et al. 2020).

На клітинному рівні брасиностероїди впливають на посередника, який взаємодіє з молекулою ДНК, завдяки чому починається експресія, тобто синтез певних речовин всередині клітини – ферментів, ензимів, тощо. І таким чином відбувається вплив брасиностероїдів загалом на життєдіяльність та функціонування рослини, а саме, на спектр таких процесів: стресостійкість (до спеки, холоду, посухи); ріст рослин; подовження коренів до ділянок, де є поживні речовини; фотосинтез; синтез білку/нуклеїнової кислоти; стійкість до хвороб; активність клітинної мембрани; проростання насіння; кущіння; утворення продохів (Husarova 2020).

Брасиностероїди активують клітинний цикл під час проростання насіння, регулюють прогресування клітинного циклу, контролюють проліферацію клітин листків та індукують надмірний ріст рослин, вирощених на гідропонії. Регулюють абіотичні та біотичні реакції рослин на стрес та розвиток продохів. Крім того, брасиностероїди у сільськогосподарських культур відіграють життєво важливу роль у регулюванні чоловічої та жіночої фертильності (Manghwar et al. 2022). При недостатньому синтезі брасиностероїдів простежується часткова або повна чоловіча стерильність (Bessonova, Yakovliev-Nosar 2014; Fariduddin et al. 2014).

Брасиностероїди відіграють певну роль в термостійкості, транспорті протонів, кількості пагонів, куту нахилу листків та навіть їх розмірі. А екзогенне застосування брасиностероїдів або зміна процесу їх біосинтезу та передачі сигналів може покращити врожайність (Manghwar et al. 2022).

Крім ростових процесів брасиностероїди впливають на кілька важливих біологічних механізмів, таких як білковий метаболізм, клітинний транспорт і передача сигналів, біосинтез клітинної стінки, утворення компонентів хроматину та цитоскелету, закриття продохів і реакції на

навколишнє середовище. На сьогодні залишається проблемою питання взаємозв'язків між брасиностероїдами та іншими фітогормонами, а також різноманітні фізіологічні ефекти в гомеостазі рослин (Peres et al. 2019).

Досліджено, що брасиностероїди викликають гіперполяризацію мембран, стимулюють активність АТФази та змінюють орієнтацію кортикальних мікротрубочок, прискорюють процеси старіння (Clouse 2011).

Клітинний гомеостаз, детоксикація та відновлення росту – це три основні види реакцій, які здійснюють рослини для подолання стресу. Брасиностероїди регулюють транскрипцію генів, що кодують захисні білки, життєво важливі для стійкості до стресу. Підвищена стійкість до стресу, індукована брасиностероїдами, тісно пов'язана з покращенням асиміляції CO₂, фотозахисту, антиоксидантного потенціалу (ферментативного та неферментативного), окисно-відновного гомеостазу, захисної реакції поглинання активних форм кисню (АФК), вторинного метаболізму, потенціалу детоксикації та аутофагії (Ahammed et al. 2020).

Брасиностероїди здатні за оптимальних умов підвищувати рівень глутатіону, який є одним із найбільш важливих неензиматичних антиоксидантів клітини, а також підвищувати рівень клітинного осмопротектора проліну в умовах осмотичного стресу (Derevianchuk 2015).

Брасиностероїди сприяють активації альтернативного шляху дихання мітохондрій, швидкості росту в умовах сольового стресу та активності антиоксидантних систем у клітинах рослин за контрольних умов та умов абіотичних стресів. Зниження рівня ендогенних брасиностероїдів за допомогою інгібітора брасиназолу призводить до суттєвого зменшення альтернативного дихання у рослин та підвищення їх чутливості до сольового середовища (Derevianchuk et al. 2014).

І досі на сьогодні залишається ключовим питанням про вплив брасиностероїдів на фотосинтез. Можливо, що основним місцем впливу, ймовірно, є фотосинтетичний цикл відновлення карбону, і що брасиностероїди можуть якимось чином впливати на стан активації ключового ферменту темної фази фотосинтезу циклу Кальвіна рибулозо-1,5-бісфосфаткарбоксилази/оксигенази (RuBisCo), який каталізує перший етап фіксації неорганічного вуглецю в органічні сполуки, та на активність карбоангідрази (Fariduddin et al. 2014).

Брасиностероїди експресують ген RuBisCo активази, яка відіграє ключову роль у фотосинтезі

за умов посухи і теплового стресу, чим сприяють збільшенню кількості активного ферменту. За абіотичних стресів брасиностероїди можуть зменшувати окислювальний стрес, що зберігає структуру RuBisCo, та внаслідок антиоксидантної дії вони зменшують пошкодження ферментів, зберігаючи активність карбоангідрази.

Брасиностероїди, регулюючи активність хлорофілази, сприяють стабілізації тилакоїдних мембран. У проростках, оброблених брасиностероїдами, зростає асиміляція CO₂ та квантовий вихід фотосистеми II (ФС II), карбоксилазна та оксигеназна активність RuBisCo, еспресуються гени біосинтезу великих і малих субодиниць RuBisCo, що позитивно впливає на фотосинтез (Kosakivska et al. 2022).

Брасиностероїди підтримують іонний гомеостаз у листках, коренях та епикотілях, сприяють надходженню незамінних неорганічних іонів та зменшують надходження токсичних. 24-епібрасинолід посилює нітрогенний обмін, активність нітратредуктази, глутамін синтетази, глутамат синтази і глутамат дегідрогенази (Kosakivska et al. 2022).

При застосуванні брасиностероїдів зростає площа та біомаса листків, вміст хлорофілу та як наслідок інтенсивність фотосинтезу (Kosakivska et al. 2022).

Для з'ясування зв'язку між брасиностероїдами та фотосинтезом необхідно: провести дослідження їхньої ролі у розвитку функціональних хлоропластів і фотосинтетичному переносі електронів; визначити вплив на основні ферменти фіксації CO₂ у рослин із C₃-, C₄- і САМ-типами фотосинтезу, щоб встановити, чи є ця ланка головною мішенню дії брасиностероїдів; здійснити структурний аналіз брасиностероїдів для пояснення специфічності їх дії; з'ясувати причини більш вираженого впливу брасиностероїдів на фотосинтез за стресових умов; активніше застосовувати сучасні молекулярні та клітинні методи, включно з омичними технологіями, а також дослідити взаємозв'язок між брасиностероїдами, фотосинтезом і радіацією для розуміння регуляторних мереж (Fariduddin et al. 2014).

На сьогодні внаслідок проведених досліджень відкривається все більше свідчень про роль брасиностероїдів та багатогранність механізму адаптації рослин під їх дію.

Роль брасиностероїдів при подоланні абіотичних стресів. Брасиностероїди виконують життєво важливу роль у формуванні захисних реакцій рослинних клітин до впливу ряду фак-

торів як біотичного, так і абіотичного характеру. Однак механізми дії брасиностероїдів у підвищенні стійкості рослин до абіотичних стресів досі залишаються значною мірою невідомими (Ahammed et al. 2020).

Стрес від посухи характеризується зменшенням вмісту води та водного потенціалу листків, закриттям продихів та зниженням росту рослин. Сильна та довготривала нестача води може призвести до інгібування фотосинтезу, порушення метаболізму і, нарешті, до загибелі рослини (Fariduddin et al. 2014). Проте осмотичний стрес приводить до синтезу або катаболізму ауксину, цитокінінів, етилену, гіберелінів, жасмонової кислоти та брасиностероїдів (Kirizii, Stasyk 2022; Grzelak et al. 2023).

Брасиностероїди мають здатність збільшувати поглинання води та забезпечувати стабільність мембран, що сприяє зменшенню витоку іонів, які зазнали дії посухи (Priadkina et al. 2022). Брасиностероїди в умовах посухи регулюють експресію деяких посухостійких генів та вміст споріднених білків для підвищення посухостійкості. Крім того, ендогенним гормонам належить в цих умовах основна роль, оскільки відбувається загальне зниження рівня гормонів, які сприяють росту рослин, і підвищення рівнів гормонів, які пригнічують їх ріст (Miao et al. 2024).

Брасиностероїди індукують зміну активності антиоксидантних ферментів та вмісту антиоксидантів, чим покращують ріст рослин під час посухи (Fariduddin et al. 2014). Крім того, стійкість до посухи тісно пов'язана із накопиченням абсцизової кислоти (АБК). А екзогенне застосування брасиностероїдів може підвищити рівень АБК, чим пом'якшити шкідливий вплив посухи на рослини (Ahammed et al. 2020).

Температурний стрес в останні роки став одним із основних абіотичних стресів унаслідок зміни клімату, негативно впливає та є великою загрозою для рослинництва майже на всіх континентах світу, оскільки суттєво пошкоджує клітини мезофілу та підвищує проникність плазматичної мембрани, зменшуючи доступність води, впливаючи на водний потенціал листків та фотосинтез, який є найважливішим фізіологічним процесом (Fariduddin et al. 2014). Пошкодження включають опіки, опадання та старіння листків, уповільнення росту коренів і пагонів рослин, пошкодження плодів та зниження продуктивності рослин (Ahammed et al. 2020; Grzelak et al. 2023).

Фотосинтез є найбільш чутливим до теплового стресу, оскільки не тільки знижується його

швидкість, але й пригнічується фотосинтетична ефективність ФСII та ФСI. Бразиностероїди мають певну стимулюючу дію на фотосинтез рослин, регулюють продукування АФК і антиоксидантний захист, які значною мірою сприяють пом'якшенню шкідливих наслідків теплового стресу (Ahammed et al. 2020; Kosakivska et al. 2022; Grzelak et al. 2023).

Основними наслідками дії високих температур є денатурація білків, нестабільність нуклеїнових кислот і структури цитоскелета, підвищення плинності мембран, інактивація синтезу та деградація білків і втрата цілісності мембран (Kirizii, Stasyk 2022).

Бразиностероїди можуть покращити термостійкість рослин, підвищуючи їхню стійкість до теплового стресу та беручи також участь у регуляції холодостійкості (Miao et al. 2024).

Низькотемпературний холодострес має безпосередній вплив на фотосинтетичний апарат рослин, порушуючи транспорт електронів тилакоїдів, цикл відновлення вуглецю та контроль надходження через продиhi CO₂ разом із збільшенням накопичення цукрів, перекисним окисленням ліпідів і порушенням водного балансу (Fariduddin et al. 2014).

Порушення внаслідок холодостресу у рослин включають зміну структури мембрани, зміни в активності макромолекул, зниження осмотичного потенціалу в клітинах, а також механічні обмеження. Холодострес також впливає на процеси фотосинтезу, що проявляється у зменшенні швидкості асиміляції CO₂, фотоінгібуванні ФСI та ФСII, а також зниженні активності ферментів циклу Кальвіна (Ahammed et al. 2020).

Бразиностероїди регулюють синтез мембранних білків і метаболізм фосфоліпідів для забезпечення фізичних властивостей мембрани при дії холодостресу (Derevianchuk 2015). Дефіцит бразиностероїдів знижує та послаблює стійкість рослин до охолодження шляхом індукції окислення білка та перекисного окислення ліпідів. Екзогенне їх застосування підвищує стійкість до охолодження шляхом пом'якшення окисного пошкодження рослин (Ahammed et al. 2020).

Сольовий стрес і бразиностероїди. Засолення є основним абіотичним стресом, який впливає на ріст, розвиток та продуктивність рослин, викликає осмотичний стрес, іонну токсичність, а також порушує поглинання та переміщення мінеральних поживних речовин, індукує процеси формування АФК і розвитку оксидативного стресу в клітинах рослин. Сигналом стресу є накопичення в рослинах проліну, який виконує роль осмоліту

(Fariduddin et al. 2014; Derevianchuk 2015; Grzelak et al. 2023).

Із збільшенням концентрації солі, змінюється також фотосинтез рослин, включаючи руйнування структури хлоропластів і зниження вмісту фотосинтетичних пігментів та активності окисно-відновних ферментів і насамкінець пригнічується ріст рослин. Під впливом сольового стресу рослини регулюють свій фізіологічний та біохімічний статус, а також експресію пов'язаних генів, щоб підтримувати свій нормальний ріст, а присутність бразиностероїдів може регулювати щільність продихів, провідність та втрату води тканинами в умовах високого вмісту солі (Miao et al. 2024).

Встановлено, що при довгостроковому впливі бразиностероїдів під час сольового стресу рівень експресії генів хлоропластних дегідрогеназ знижувався. На противагу, індукувалися мітохондріальні зовнішні альтернативні дегідрогенази НАД(Ф)Н (NDB2, NDB4) (Derevianchuk 2015).

Внаслідок застосування бразиностероїдів збільшується накопичення проліну та посилюється активність антиоксидантних ферментів, застосування протидіє спричиненому сольовим стресом погіршенню росту і пригніченню врожайності (Fariduddin et al. 2014). Отже, бразиностероїди пом'якшують негативний вплив засолення (Ahammed et al. 2020).

Забруднення важкими металами є тривалим, незворотним і прихованим після потрапляння в навколишнє середовище, оскільки серйозно загрожує сталому використанню ґрунтових ресурсів і продовольчій безпеці. Важкі метали проникають із ґрунту у рослини через кореневу систему, проходять через ксилему та розподіляються по різних тканинах її надземної частини. При цьому блокується поділ ядер клітин кінчика кореня, знижується життєздатність коренів та зупиняється транспортування води, що перешкоджає нормальним фізіологічним метаболічним процесам. Також зменшується вміст фотосинтетичних ферментів у хлоропластах, закриваються продиhi листка, знижується інтенсивність фотосинтезу (Grzelak et al. 2023; Miao et al. 2024).

Важкі метали негативно впливають на фотосинтетичний апарат та здатність рослин асимілювати CO₂. Важкі метали, як Cd, знижують процес фотосинтезу, обмежуючи використання АТФ та НАДФ у циклі Кальвіна. Рослини дуже страждають від стресу, спричиненого важкими металами, проте бразиностероїди можуть зменшити пошкодження рослин, що перебувають під впливом важких металів (Ahammed et al. 2020; Kahya, Sezgin 2024).

Отже, абіотичні стреси, як правило, супроводжуються надмірним утворенням АФК, які є надзвичайно реактивними та токсичними сполуками, що спричиняють пошкодження білків, ліпідів, вуглеводів та ДНК та в результаті призводять до окиснювального стресу (Kirizii, Stasyk 2022).

Місця локалізації брасиностероїдів.

Брасиностероїди поширені у вільній формі (активні) або кон'юговані (неактивні) з цукрами та жирними кислотами у всіх органах, включаючи як вегетативні – листок, стебло та корінь, так і репродуктивні органи – квітка, насіння, пилок та плід. Найбільшим їх джерелом є пилок та незріле насіння (у діапазоні 1-100 нг/г свіжої ваги) та молоді зростаючі тканини, такі як апікальні пагони, менше – пагони та листки (0,01-0,1 нг/г свіжої маси), що зменшуються в міру дозрівання (Bajguz, Tretyn 2003; Bajguz 2011; Garrido-Auñón et al. 2024; Kahya, Sezgin 2024).

Внаслідок високої біологічної активності брасиностероїди в дуже низьких концентраціях 10^{-6} - 10^{-12} М здійснюють стимулюючий ефект на різні органи рослин, впливаючи на поділ клітин та їх ріст у фазу розтягування (Musiienko 2001; Bessonova, Yakovlieva-Nosar 2014). Загалом, брасиностероїди виявляються в дуже низьких концентраціях, від 0,01 до 100 мкг/кг (свіжа вага),

залежно від органу та віку рослини. Проте їхні фізіологічні функції в рослинах досі не з'ясовані до кінця (Bajguz, Tretyn 2003; Garrido-Auñón et al. 2024; Kahya, Sezgin 2024).

Крім того, увага наукових досліджень зосереджується на виявленні основних важливих для рослин процесів від біосинтезу брасиностероїдів, регуляції генів до катаболізму та передачі сигналів (Wei et al. 2016).

Брасиностероїди, їх біосинтетичний шлях. З'ясування біосинтезу брасиностероїдів та метаболізму є важливим для визначення їх біологічно активних форм і для розуміння того, як регулюються їх ендогенні рівні для сприяння росту та розвитку рослин. Циклізовані терпени після активації їх різними оксидоскваленциклазами рослинного походження є попередниками фітогормонів, включаючи і брасиностероїди. Циклічна структура фітостероїдів робить їх молекули особливо придатними для міжклітинної сигналізації.

Брасиностероїди синтезуються в рослинних клітинах поетапно безпосередньо із мембранного фітостеролу кампестеролу (CR) через ряд біохімічних реакцій (відновлення, гідроксилування, епімеризації та окислення) під дією багатьох життєвоважливих ферментів, включаючи цито-

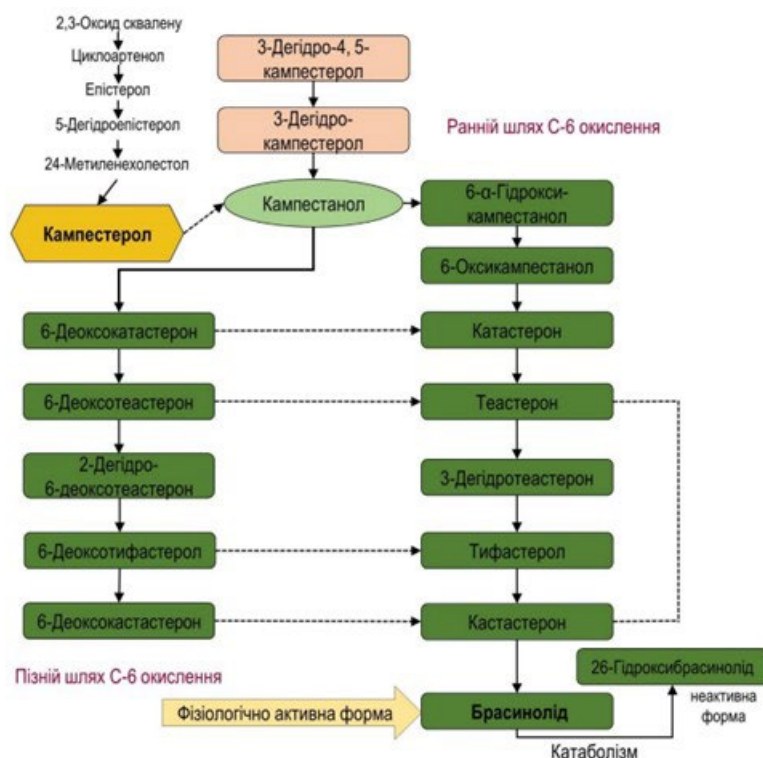


Рис. 3. Схема біосинтезу брасиностероїдів (за Kosakivska et al. 2022)

Fig. 3. Scheme of brassinosteroid biosynthesis (according to Kosakivska et al. 2022)

хром- P_{450} -залежні гідроксилази, редуктази та інші. (рис. 3) (Kobyletska, Terek 2017).

Сам кампестерол синтезується з ситостеролу та холестеролу. У клітинній мембрані рослин присутня велика кількість кампестеролу і ситостеролу, на відміну кількість холестеролу менша (Kahya, Sezgin 2024).

Генетичний та біохімічний аналіз двох споріднених цитохромів P_{450} , CYP90C1 (ROTUNDIFOLIA3) і CYP90D1, показав, що ці ферменти також відіграють вирішальну роль у біосинтезі брасиностероїдів (Clouse 2011). Однак деякі з етапів цього процесу були з'ясовані лише нещодавно (Oklestkova et al. 2013).

Відповідно до того, чи утворюється у процесі синтезу брасиностероїдів із кампестеролу (CR) кампестанол (CN), синтез можна розділити на CN-залежний шлях і CN-незалежний шлях. (Clouse 2011; Wei et al. 2016; Miao et al. 2024). Перетворення кампестеролу в кампестанол включає чотири реакції (Kreis, Müller-Uri 2010). Зрештою, наприкінці процесу безпосередньо кастастерон перетворюється на брасинолід (Oklestkova et al. 2013).

Ферменти для біосинтезу брасиностероїдів розташовані в клітині, пов'язані з ендоплазматичним ретикулумом і вказують на те, що в рослинах може існувати більше одного шляху синтезу брасиностероїдів (Kreis, Müller-Uri 2010).

Регуляція біосинтезу. Інгібування. Важливою спільною рисою різних класів фітогормонів є те, що як дефіцитна, так і надмірна їх кількість шкодять нормальній життєдіяльності рослин. Рівень біоактивних фітогормонів в основному регулюється кількома критичними факторами, включаючи регуляцію генів, які беруть участь в їхньому біосинтезі, контролі їх транспортування та модуляції загального метаболізму (Wei et al. 2016).

Оскільки ендогенні брасиностероїди, мабуть, нерухомі від тканини до тканини, гомеостаз біологічно активної кількості брасиностероїдів в конкретній тканині або навіть одній клітині має вирішальне значення для оптимального росту та розвитку. Тому гомеостаз брасиностероїдів в основному регулюється балансом біосинтезу та метаболізму (Wei et al. 2016).

Інгібітори біосинтезу брасиностероїдів є потенційно цінними інструментами для вивчення цього процесу. Відомі інгібітори брасиностероїдів триазоли є не дуже специфічними і пригнічують синтез гібберелінової кислоти або карденолідів.

Специфічним інгібітором біосинтезу брасиностероїдів виявився брасиназол, який досить

специфічно блокує етап гідроксилювання C-22, був синтезований шляхом модифікації уніконазолу (Kreis, Müller-Uri 2010). Ще одним потужним інгібітором метаболізму брасиностероїдів є пропіконазол (Kosakivska 2022). Показано, що рослини можуть використовувати різноманітні стратегії для інактивації брасиностероїдів (Wei et al. 2016).

Ключові гени. Брасиностероїди рослин в природних умовах, синтезуються поступово в рослинних клітинах внаслідок серії біохімічних реакцій із застосуванням численних життєво важливих ферментів, які кодують ключові гени. Такі, як ген DWF4, що кодує монооксигеназу цитохрому P_{450} або цитохромоксидазу CYP90B1, підвищує продуктивність, стійкість рослин до посухи та солі, рівень та активність їх фізіологічних показників (Kreis, Müller-Uri 2010; Miao et al. 2024).

CYP90B1 каталізує етап, що лімітує швидкість усього шляху біосинтезу та перетворює кампестанол CN на 6-деоксокастастерон. Втрата функції CYP90B1 призводить до дефіциту брасиностероїдів, що проявляється у карликовості, зменшеному рості коренів і листків, а також порушеннях розвитку рослини (Kreis, Müller-Uri 2010; Miao et al. 2024).

Ген CPD є важливим і незамінним геном для росту і розвитку коренів, стебел і листків рослин (Miao et al. 2024). Цей ген CPD кодує цитохром P_{450} (CYP90A1), який був першим P_{450} , виявленим у біосинтетичних шляхах брасиностероїдів (Szekeres et al. 1996; Kreis, Müller-Uri 2010).

Ген CYP90D1 є ключовим геном шляху синтезу брасиностероїдів, впливає на поділ клітин і синтез клітинної стінки, регулюючи синтез брасиностероїдів у міжвузлях, чим додатково впливає на їхній розвиток і висоту рослин (Miao et al. 2024).

Ген CYP85A1 кодує олеуропеїнлактон-6-оксидазу 1, є цільовим геном BZR1 (брасиназол-резистентний1), каталізує перетворення катастерону в брасинолід, відіграє важливу роль у рослинах, які зазнають абіотичного стресу, а також регулює їх ріст і розвиток (Kreis, Müller-Uri 2010; Miao et al. 2024). Надмірна експресія гена CYP85A1 сприяє розвитку коренів, збільшує накопичення проліну, знижує рівень H_2O_2 та підвищує стійкість рослин до посухи (Miao et al. 2024). Мутації цього гену CYP85A1 можуть призводити до карликовості, зниження фертильності та порушень морфогенезу.

Ген DET2 кодує стероїдну 5 α -редуктазу. Вважається, що DET2 каталізує основний крок, що обмежує швидкість біосинтезу брасиностерої-

дів. Зміна рівня експресії гена DET2 може регулювати у рослинах вміст ендегенного брасиностероїда (Kreis, Müller-Uri 2010; Miao et al. 2024).

Ген ROT3 – це ген, що кодує 3-епі-6-деоксикастастерон 23-монооксигеназу, впливає на ріст стебла рослин і бере участь у регулюванні напрямку росту листків рослин, є цільовим геном BZR1 (Miao et al. 2024). Ген ROT3 бере участь у перетворенні кастастерону на кастастерон – один із активних брасиностероїдів.

Результати дії певних генів рослин родини *Euphorbiaceae* мають велике значення, як для самих рослин, так і для людини із перспективою практичного застосування в медицині та охороні здоров'я. Дводомне тропічне дерево з Північної Австралії *Fontainea picrosperma* C.T. White (Grant et al. 2017) та рідкісний тропічний кущ або дерево південного сходу Квінсленду (Австралія) *Fontainea venosa* Jessup & Guymier (рис. 4-А,В) містять у насінні протиракову сполуку групи епокситигліанових дитерпенів – тигіланол тиглат (Tigilanol tiglate EBC-46), який є ефективним для пацієнтів, хворих на різні типи раку (рис. 4-С,Д).

F. picrosperma та *F. venosa* є близькоспорідними видами, експресують у тканинах листків та кореня повнорозмірні гени CYP450, а також мають деякі спільні клани генів CYP450, таких як CYP71, який класифікується, як ключовий фермент в біосинтезі дитерпенових ефірів епокситигліанового класу для медичних цілей та загалом бере участь у синтезі широкого спектру вторинних метаболітів, які мають захисну, сигнальну або екологічну функцію.

Встановлено, що синтез стеролів і тритерпенів у цих рослин регулює ген CYP51, модифікацію

циклічних терпенів і стерини в шляхах брасиностероїдів, абсцизової кислоти і гібереліну регулює ген CYP85, а біосинтез кастастерону у шляху біосинтезу брасиностероїдів регулює ген CYP85A (Mitu 2021).

Взаємодія брасиностероїдів з фітогормонами. Брасиностероїди взаємодіють з іншими рослинними гормонами, що є надзвичайно важливим для регуляції процесів росту, розвитку рослин та формування їх стресостійкості. Брасиностероїди підвищують стійкість рослин до біотичних та абіотичних стресів шляхом активації BZR1/BES1 (супресор BRI1-EMS1) – факторів транскрипції (Derevianchuk 2015; Kosakivska et al. 2022).

Крім того, брасиностероїди разом із цитокінінами, етиленом, жасмоновою та саліциловою кислотою, стригілактонами приймають участь у регуляції процесів проростання насіння за допомогою інтегрованої мережі взаємодії з абсцизовою кислотою та гіберелінами (Kosakivska et al. 2022).

Виявлена здатність брасиностероїдів разом з іншими рослинними гормонами (ауксини, цитокініни, етилен, гібереліни та абсцизова кислота) до формування, збільшення, та регуляції росту коренів (Padhiary et al. 2020). Головним режисером цього процесу виступає індоліл-3-оцтова кислота, а брасиностероїди та ауксини серед всіх гормонів є головними регуляторами розвитку коренів, проте взаємодіють вони антагоністично, внаслідок чого гальмуюча дія брасиностероїдів є протилежною до стимулюючої дії ауксину, який підтримує активність кореневої меристеми та сприяє поділу клітин.

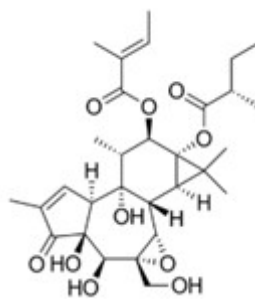
Тому для оптимального росту кореня необхідний баланс вмісту цих гормонів, а активність аук-



А



В



С



Д

Рис. 4. А – *Fontainea picrosperma* (Grant et al. 2017); В – *Fontainea venosa*, фото Peter Woodard; С – хімічна структура Тигіланол тиглат EBC-46; Д – екстракт ягід *Fontainea picrosperma* фармацевтичного виробництва.

Fig. 4. A – *Fontainea picrosperma* (Grant et al. 2017); В – *Fontainea venosa*, photo by Peter Woodard; С – chemical structure of Tigilanol tiglate EBC-46; Д – *Fontainea picrosperma* berry extract of pharmaceutical production.

синів визначається сигналінгом брасиностероїдів (рис. 5) (Musiienko 2001; Bessonova, Yakovlieva-Nosar 2014; Kosakivska et al. 2022).

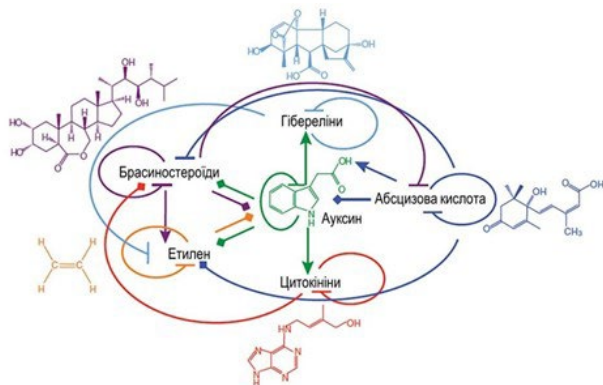


Рис.5. Взаємодія брасиностероїдів з іншими гормонами (за Kosakivska et al. 2022)

Fig. 5. Interaction of brassinosteroids with other hormones (according to Kosakivska et al. 2022)

Примітка: Лінії зі стрілками вказують на посилення експресії генів біосинтезу та послаблення експресії генів інактивації фітогормонів; лінії з тупими закінченнями вказують на зниження експресії генів, що беруть участь у біосинтезі фітогормонів, або на посилення експресії генів, що відповідають за інактивацію фітогормонів; лінії з ромбічними закінченнями та стрілки вказують на зміни в експресії генів неоднозначного характеру.

Note: Lines with arrows indicate increased expression of biosynthesis genes and decreased expression of phytohormone inactivation genes; lines with blunt ends indicate decreased expression of genes involved in phytohormone biosynthesis or increased expression of genes responsible for phytohormone inactivation; lines with rhombic ends and arrows indicate changes in gene expression of ambiguous nature.

Цитокініни, жасмонова кислота, гібереліни, стриголактони та абсцизова кислота виступають негативними регуляторами в цьому процесі (Kosakivska et al. 2022).

Брасиностероїди разом із ауксинами регулюють поділ, видовження та диференціацію судинних клітин із синергічною та антагоністичною дією та визначають радіальний малюнок судинних пучків у пагонах.

Брасиностероїди задіяні в процесах регуляції росту стебла шляхом індукування біосинтезу гіберелінів і наступної деградації DELLA-протеїнів-регуляторних білків, які пригнічують сигнальні шляхи гіберелінів та контролюють ріст і розвиток рослин (Kosakivska et al. 2022).

У фазу цвітіння брасиностероїди діють синергічно разом із гіберелінами. DELLA-протеїни в цей час є регуляторним центром між різноманітними генетичними та фітогормональними шляхами, які реагують на оточуюче середовище. Було доведено, що брасиностероїди можуть впливати

на закриття продихів завдяки синергічній взаємодії між саліциловою та абсцизовою кислотами (Kosakivska et al. 2022; Grzelak et al. 2023).

Під час взаємодії брасиностероїдів з АБК експресуються гени, відповідальні за формування стресостійкості рослин. Екзогенні брасиностероїди індукують зростання вмісту ендogenous саліцилової та жасмонової кислот і етилену, а також позитивно впливають на накопичення ендogenous брасиностероїдів (Kosakivska et al. 2022).

Комплекс фітогормон-рецептор в клітині-мішені завжди включає або виключає певний етап в метаболізмі, чим обумовлює відповідну фізіологічну реакцію рослинного організму. Рецептор – це не активний алостеричний білок, але у випадку приєднання фітогормону набуває фізіологічно активну конформацію. Саме такий комплекс і передає сигнал, потрібний для запуску відповідної фізіологічної реакції клітини (Musiienko 2001).

Брасиностероїди разом із жасмоновою, саліциловою, абсцизовою кислотами індукують старіння квіток, на відміну цитокініни, гібереліни, ауксин гальмують цей процес (Kosakivska et al. 2022).

Як вже згадувалось вище, брасиностероїди частково через взаємодію з іншими гормонами регулюють експресію специфічних генів рослин і складні фізіологічні реакції, пов'язані з ростом, встановлюючи основу для відповідей на брасиностероїди (Esposito et al. 2011; Manghwar et al. 2022). Наприклад, при надмірній експресії гену, відповідального за деградацію цитокінінів, зменшується рівень цитокінінів у коренях рослин, що тягне за собою гальмування росту стебла та листків.

Сигналізація брасиностероїдів. Шлях передачі сигналу брасиностероїдів був ретельно вивчений та описаний як складний шлях, що відіграє вирішальну роль у рості та розвитку рослин (Manghwar et al. 2022; Miao et al. 2024). Вони сконцентровані у репродуктивних органах та вегетативних тканинах рослини та мають рухатися з внутрішньої частини клітини, де вони синтезуються, назовні, де вони сприймаються рецепторними кіназами, локалізованими на плазматичній мембрані тієї ж клітини або сусідніх (Kreis, Müller-Uri 2010; Kosakivska et al. 2022).

Брасиностероїди навряд чи транспортуються на великі відстані, що означає необхідність для кожної окремої тканини синтезувати власні гормони для повноцінного росту та розвитку. Тому їх в невеликих кількостях можна виявити у всіх досліджуваних тканинах. Крім того вони можуть здійснювати свій вплив шляхом зміни транспорту ауксину (Wei et al. 2016; Kreis, Müller-Uri 2010).

Міжклітинний транспорт брасиностероїдів на короткі відстані відбувається через пори в клітинних стінках плазмодесми, запускається у відповідь на ендогенні рівні брасиностероїдів та опосередковується мембранно-інтегральними рецепторними кінзами (Benitez-Alfonso, Caño-Delgado 2023).

Сприйняття сигналів на поверхні клітини та передача цих сигналів всередину клітини є надзвичайно важливим процесом для всіх форм життя (Oklestkova et al. 2013). Рослини сприймають брасиностероїди на клітинній мембрані та механізм дії брасиностероїдів клітини є особливо цікавим, оскільки опосередковується нечутливою до брасиностероїдів рецепторною серин/треонін кінзаю BRI1, що експресується на поверхні клітин та працює у парі разом із ко-рецептором – пов'язаною з брасиностероїдом BAK-1 кінзаю, утворюючи активний рецепторний комплекс (Bouaziz 2014).

BRI1 є ліганд-незалежним гомодимером, відповідає за зв'язування, стабілізацію, ініціацію та передачу сигналів брасиностероїдів (Kosakivska et al. 2022). За допомогою генетичних та біохімічних досліджень BRI1 було визначено як автентичний брасиностероїдний рецептор (Diachkov et al. 2021). Встановлено, що цей рецептор брасиностероїдів являє собою одотрансмембранну протеїнкіназу, складається з 1196 залишків амінокислот і локалізований у плазматичній мембрані, має типову структуру LRR-RL-кінази (Kobyletska, Terek 2017), позаклітинний домен якої збагачений повторюваними послідовностями лейцину (LRR-RK) (Miao et al. 2024). BRI1 – це необхідний для сприйняття брасиностероїдів позаклітинний LRR-домен (Clouse 2011; Diachkov et al. 2021).

Взаємодія брасиностероїдів з їх рецептором BRI1 індукуює трансфосфорилювання внутрішньоклітинних доменів. Залучається кінза BAK1, фосфорилується BRI1 (олігомеризація) і, в свою чергу, фосфорилує BRI1 для максимальної активації цього сигнального шляху (рис. 7) (Bouaziz 2014).

Основними відповідальними за реакцію та відповідь, опосередковані брасиностероїдами, є BZR1 (стійкий до брасиназолу 1) і BES1 (BRI1-EMS-супресор), також BZR2 (стійкий до брасиназолу 2), два основних транскрипційних фактора сигнального шляху брасиностероїдів, які регулюють низку генів, залучених до різних фізіологічних процесів, таких як реакції розвитку, білковий метаболізм, клітинний транспорт і сигналізація, біосинтез клітинної стінки, хроматин і компо-

ненти цитоскелету, реакції навколишнього середовища та гормональні реакції (Peres et al. 2019).

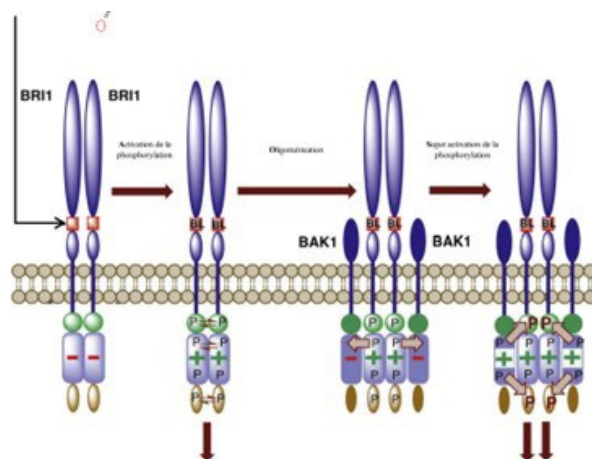


Рис. 6. Сигналізація брасиностероїдів (за Bouaziz 2014)
Fig. 6. Brassinosteroid signaling (according to Bouaziz 2014)

Брасиностероїдна сигналізація і результуюча геномна відповідь ініціюється зв'язуванням молекули брасиностероїда з локалізованою в плазматичній мембрані рецепторною брасиностероїд-нечутливою кінзаю BRI1 (рис. 7) (Oklestkova et al. 2013).

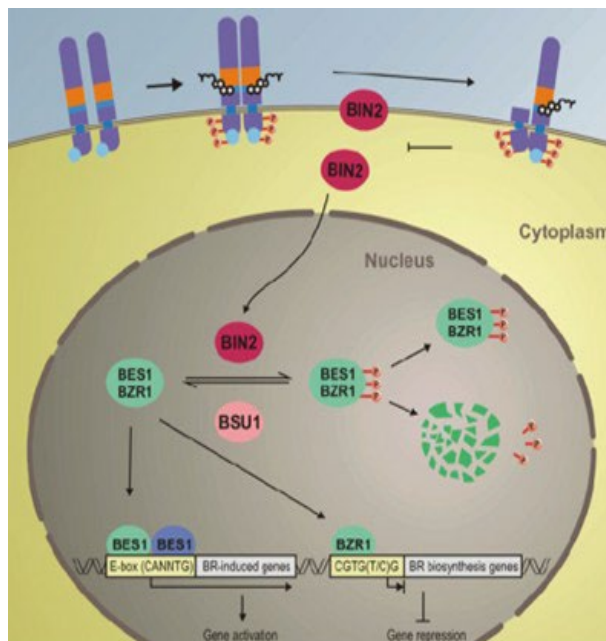


Рис. 7. Брасиностероїдна сигналізація в рослинній клітині (за Oklestkova et al. 2013)
Fig. 7. Brassinosteroid signaling in a plant cell (according to Oklestkova et al. 2013)

Збагачені лейцином повторювані рецептороподібні протеїнкінази LRR-RLK є життєво важливими для росту та розвитку рослин, передачі сиг-

налу, імунітету та відіграють різноманітну роль у захисних реакціях рослин, зокрема пов'язаних зі стійкістю рослин до фузаріозного в'янення (Cao et al. 2022).

Наприклад було ідентифіковано 1025 LRR-RLK у п'яти геномах видів *Euphorbiaceae*: *Hevea brasiliensis*, *Manihot esculenta*, *Jatropha curcas* L., *Ricinus communis* і *Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw в кількості 223, 311, 186, 138 та 167 LRR-RLK відповідно, а також оцінено їх експресію у відповідь на інфекцію фузаріозного в'янення, викликаного збудником *Fusarium oxysporum* Schlecht. (Cao et al. 2021).

Виявлено, що у китайського олійного дерева *Vernicia montana* Lour. родини *Euphorbiaceae*, існують і активізовані характерні домени стійкості до фузаріозного в'янення, спричиненого *Fusarium* sp. (Cao et al. 2022). У *Jatropha curcas* брасиностероїди разом із жасмоновою кислотою активні при розвитку квітки разом із розвитком тичинок, дозріванням пилку та чоловічою фертильністю (Gangwar, Shankar 2020).

Сприйняття брасиностероїдів рецепторами на поверхні клітини тягне за собою каскад реакцій фосфорилування для активації центрального фактора транскрипції BZR1, який контролює транскрипцію чутливих до брасиностероїдів генів у ядрі (Ahammed et al. 2020).

Каскад реакцій фосфорилування призводить до утворення активної пари рецепторних кіназ із формуванням комплексу BRI1-BL-BAK1, який потім активує каскад сигналізації BR вниз за течією, інактивуючи розчинну брасиностероїд-нечутливу 2 (BIN2) кіназу, яка є негативним регулятором сигналізації брасиностероїдів. BES1 та BZR1 фосфорильовані BIN2 та є тісно пов'язаними транскрипційними активаторами BR-індукованих генів. BSU1 (bri1-супресор 1) протидіє впливу BIN2 (рис. 7) (Oklestkova et al. 2013; Wei et al. 2016).

Цей каскад сигнальних реакцій фосфорилування, ініційований брасиностероїдами, розділяють на три етапи: розпізнавання брасиностероїдів та рання активація BRI1 рецепторних кіназ; інактивація інгібіторів BIN2, фосфатаз і кіназ; регуляція транскрипційних факторів BES1 та BZR1. У сигнальному каскаді брасиностероїдів BES1 діє як індуктор, тоді як BZR1 – як репресор (Kosakivska et al. 2022).

Видалення або ж мутації в генах, що кодують основні компоненти синтезу брасиностероїдів та їх сигнальних шляхів, призводить до зменшення видовження рослинних клітин, спричиняють обмежену врожайність та фертильність рослин,

порушення росту та розвитку органу, а також виражену карликовість, що підкреслює важливу роль цих гормонів у онтогенезі рослин (Derevianchuk 2015; Manghwar et al. 2022). Наприклад інгібування CYCD3, гена рослинного цикліну D-типу, який сприяє поділу рослинної клітини, та мутації в гені BRI1 призводять до зниження чутливості до брасиностероїдів і, як наслідок, до розвитку карликового фенотипу (Cai et al. 2024).

Встановлено, що знижена експресія 6 генів BRI1, 3 BAK1 і 1 CYCD3 вказує на зниження чутливості до брасиностероїдів і призводить до карликовості у карликової маніоки *Manihot esculenta* Crantz фенотипу NZ199, яка поряд із картоплею та бататом належить до трійки цінних харчових бульбових культур світу (Cai et al. 2024).

Сучасний погляд на механізм дії брасиностероїдів. На сьогодні важливим залишається з'ясування механізму рецепції (отримання сигналу) та трансдукції (модифікація клітиною позаклітинного сигналу та наступні внутрішньоклітинні реакції на даний сигнал) сигналу брасиностероїду 24-епібрасинолід та наступні метаболічні зміни в клітині, які призведуть в результаті до формування у рослини ростової чи адаптаційної відповіді. Однією із ключових ланок трансдукції сигналів із зовнішнього середовища у клітину є фосфоліпідна сигналізація рослин за допомогою участі діацилгліцеролкіназ (Karpets 2019).

Вже з'ясовано основні етапи впливу брасиностероїдів на метаболізм рослин з метою адаптації до несприятливих умов середовища (рис. 8).

Перший етап – це етап ранньої реакції сприйняття сигналу брасиностероїдів, що опосередковується мережею внутрішньоклітинної фосфоліпідної сигналізації (фосфатидною кислотою і диацилгліцеролом); другий етап – вплив брасиностероїдів на регуляцію процесів дихання рослин, зокрема, альтернативного шляху дихання, що сприяє зниженню активності процесів формування АФК у мітохондріях. Зниження ендогенного рівня брасиностероїдів специфічними інгібіторами біосинтезу гормону пригнічує процеси дихання та ріст рослин за умов жорстокого сольового стресу; третій етап – брасиностероїди разом із активацією альтернативної оксидази індукують гени ряду білків теплового шоку, зокрема, мітохондріальних шаперонів CPN60-2 та малого шаперону БТШ22, які залучаються у стабілізацію білкових компонентів транспортного ланцюга електронів у мітохондріях рослин (рис.8) (Derevianchuk et al. 2014, Derevianchuk 2015).

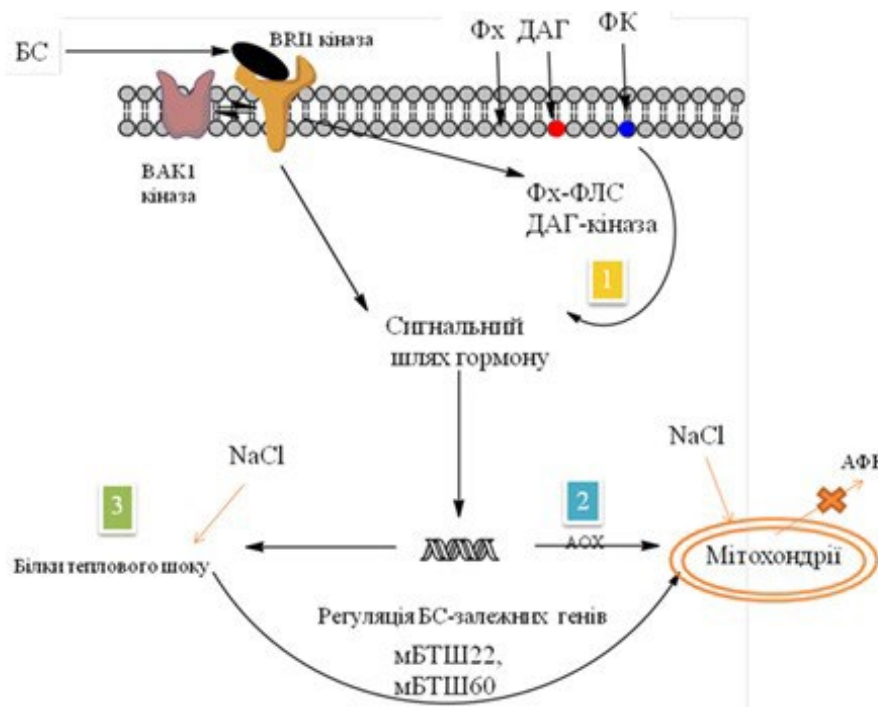


Рис. 8. Механізм БС-індукованого розвитку адаптації метаболізму рослин за дії абіотичного фактора середовища (за Derevianchuk 2015)

Fig. 8. Mechanism of BS-induced development of adaptation of plant metabolism under the action of an abiotic environmental factor (according to Derevianchuk 2015)

Отже, брасиностероїди індукують стійкість рослин, змінюючи профіль синтезу білків і, вірогідно, шаперонів. Індукція генів мітохондріальних шаперонів та альтернативної оксидази разом із активацією процесів альтернативного дихання свідчать про нову роль брасиностероїдів у регуляції метаболізму рослин за умов дії абіотичних стресів. Тому механізм впливу брасиностероїдів на рослини полягає у зниженні активності процесів формування токсичних рівней АФК та адаптації енергогенеруючих органел клітини з метою підтримання їх гомеостазу (Derevianchuk 2015).

Отже, брасиностероїди можуть пом'якшувати негативний вплив на рослини абіотичних стресів різної природи, спільно взаємодіяти з іншими ендогенними гормонами та регулювати їх дію. Проте механізми їх взаємодії глибоко не досліджені, що має великі перспективи наукових відкриттів в майбутньому.

Брасиностероїди у Euphorbiaceae покращують життєздатність та формують стресостійкість молочайних в умовах посухи, збільшуючи швидкість фотосинтезу, зменшуючи просочування осмотичних регуляторних речовин, збільшуючи синтез енергетичних речовин і покращуючи антиоксидантну систему.

У рослин *Jatropha curcas* в умовах водного дефіциту відбувається збільшення виробництва реактивних речовин, які пошкоджують мембрани та білки. Брасиностероїди відіграють важливу роль у пом'якшенні шкідливого впливу посухи на рослини *Jatropha curcas* шляхом дії як елісатор (речовина, яка індукуює захисні реакції у рослин) для активації фотозахисних механізмів, які посилюють вегетативний ріст та зберігають цілісність мембрани. Максимальну антиоксидантну активність та активацію росту було досягнуто при концентрації брасиностероїду 8 мг/л із можливим застосуванням у вищих концентраціях (Braga de Oliveira et al. 2021).

Крім того виявлено та підтверджено, що брасиностероїди у молочайних регулюють дефіцит води та вихід латексу. У рослин *Hevea brasiliensis* вони збільшують вихід та якість латексу шляхом зниження індексу закупорювання та підвищення індексу розриву лютюїду (мембранозв'язаної вакуолі, яка містить ферменти, білки та знаходиться в латексі каучуконосного дерева) без зменшення вмісту меркаптанів – органічних похідних сірководню, сахарози та неорганічного фосфору. Це супроводжується підвищеною експресією генів HbHGN, HbCHI та HbHEV, пов'язаних з біосинтезом каучуку, подовженням вуглеводневого ланцюга

каучуку та пригніченням експресії тих трьох генів, що призводять до латексної закупорки та запобіганню відтоку латексу (Bingbing et al. 2023).

В підсумку дія брасиностероїдів сприяє утворенню більш якісного латексу та збільшенню його виходу за рахунок подовження часу екстракції. Вміст фітогормонів в цьому процесі продемонстрував значні відмінності, оскільки транс-зеатин, етилен, саліцилова кислота, кінетин і цитокинін були індуковані брасиностероїдами, тоді як ауксин, абсцизова кислота та гіберелін – ні (Bingbing et al. 2023).

Отже, брасиностероїди збільшують врожайність та якість латексу у рослин *Euphorbiaceae*, уповільнюючи фізіологічні пошкодження та збільшуючи транскрипцію генів. Розуміння молекулярного механізму та генного регулювання процесу утворення латексу у каучуконосів є надзвичайно важливим практичним моментом для промислового виробництва латексу. А сучасні дослідження закладають основу для молекулярної діагностики та генної інженерії з метою підвищення високої врожайності каучуконосних видів (Bingbing et al. 2023).

Використання брасиностероїдів в аграрному виробництві. Рослинам культурної флори для повноцінного росту та розвитку потрібні певні умови навколишнього середовища. Однак забруднення, дефіцит вологи та поживних речовин, екстремальні погодні явища, тиск ряду біологічних чинників оточуючої флори та фауни, а також руйнівні наслідки військових дій в комплексі негативно впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Тому в таких умовах, поєднаних із глобальними змінами клімату, біорезистентні комплекси мають важливий вплив на виробництво сільськогосподарських культур (Ahammed et al. 2020).

Унікальна комбінація фізіологічної дії та сильний вплив брасиностероїдів на ріст, покращення життєдіяльності та підвищення стійкості рослин до зовнішніх чинників має цінність та значний потенціал для їх практичного застосування, як агентів підвищення урожайності сільськогосподарських культур (Oklestkova et al. 2013).

Брасиностероїди є однією з найбільш перспективних для рослинництва груп ендегенних фітогормонів, оскільки використовуються у мізерних кількостях, здійснюють комплексну дію на ріст, розвиток та захист рослин. А екзогенна обробка брасиностероїдами в низьких концентраціях дозволяє підвищити стійкість рослин до коливань температури, посухи, засолення, аноксії (відсутність кисню) та впливу патогенів (Nayat et al. 2003).

Практичне використання брасиностероїдів має ряд переваг. По-перше, це природні еколо-

гічно чисті сполуки широко поширені в рослинному світі. По-друге, ефективні при дуже низьких концентраціях 5-50 мг/га, які зустрічаються і в природних умовах та майже завжди мають синергетичний ефект при взаємодії з іншими фітогормонами (Oklestkova et al. 2013; Ahammed et al. 2020; Rajendra et al. 2024).

По-третє, завдяки широкому спектру стимулюючої та захисної дій, які підвищують стійкість рослин до фітопатогенів, брасиностероїди позитивно впливають на кількість та якість врожаю, можуть використовуватися як повна або часткова заміна традиційним пестицидам (Grzelak et al. 2023). Важливо, що застосування брасиностероїдів на рослинах та насінні можливе із використанням вже існуючого обладнання та технологій (Oklestkova et al. 2013).

Використання брасиностероїдів має великі перспективи вирощування сільськогосподарських культур в екстремальних умовах високої засоленості, посухи або обмеженого постачання поживних речовин, екстремальних температур, токсичності важких металів (Cd, Cu, Al та Ni), які суттєво перешкоджають метаболізму рослин. Тому брасиностероїди є дуже перспективними для використання в аграрному виробництві (Fariduddin et al. 2014; Grzelak et al. 2023).

Брасинолід, 24-епібрасинолід, 28-гомобрасинолід вважаються найбільш біологічно активними формами та широко використовуються на різних культурах, що обумовлено наявністю лактонного кільця в C6–C7 положенні (ключова для взаємодії з рецептором BRI1). Структурні відмінності у положенні гідроксильних груп впливають на рецепторну афінність (здатність зв'язуватись і утворювати комплекс з певним рецептором) і стабільність у тканинах (Rajendra et al. 2024).

Для масштабного польового застосування брасиностероїдів існують два дієві методи: замочування насіння та позакореневе обприскування. Найкращі результати досягаються при обробці молодих рослин (Oklestkova et al. 2013). Ефективними для багатьох видів рослин є передпосівне занурення живців, післясходова обробка коренів, позакореневе підживлення тощо (Ahammed et al. 2020).

Крім того, брасиностероїди покращують процеси цвітіння, зав'язування та плодоношення плодово-ягідних культур, збільшуючи кількість та розмір плодів, підтримують твердість плодів, суттєво зберігаючи їх структурну цілісність, збільшують накопичення антоціанів, загальний вміст розчинних речовин та крохмалю. Це, в свою чергу,

покращує якість плодів та їх довговічність після збору врожаю, що робить процес використання цих сполук економічно вигідним (Rajendra et al. 2024; Aryal, Alferez 2025).

Під час використання брасиностероїди можна змішувати з твердими, пастоподібними та рідкими допоміжними речовинами для використання у вигляді порошків, гранул, таблеток, паст, суспензій, розчинів, з можливим використанням емульгаторів. Застосування можливе шляхом обприскування, розкидання, покриття або занурення рослин, їх органів або ґрунту. Кількість брасиностероїду коливається від 0,01 до 100 мг/л залежно від його структури, рецептури, виду рослини, що обробляється, та бажаного ефекту, його можна застосовувати з іншими агрохімікатами, іншими рослинними гормонами або регуляторами росту, добривами, гербіцидами, інсектицидами та іншими допоміжними речовинами (Zullo, Günter 2002).

Оскільки використання брасиностероїдів є нетоксичним та екологічно чистим, тому має великі перспективи в ролі пестицидів та для захисту рослин від екологічних стресів (Fariduddin et al. 2014; Padhiary et al. 2020). Препарат «Епін» (розчин 2,4-епібрасиноліду у спирті) є дієвим та ефективним для вирощування здорових рослин (Bessonova, Yakovlieva-Nosar 2014). Крім того, на практиці аграрії використовують потужні біостимулятори на основі брасиностероїдів Вітазім (Vitazyme) («Plant Designs», США), «V-AGRO» (ТОВ НВП "5-ий елемент", Україна) (Kosakivska et al. 2022).

Однією з головних перешкод широкого використання брасиностероїдів у рослинництві є їх висока вартість. Проте останнім часом прогрес в області хімічного синтезу брасиностероїдів та їх аналогів призводить до економічно доцільних

підходів, які наблизили їх практичне застосування в сільському господарстві (Hayat et al. 2003; Fariduddin et al. 2014).

Ефективним для аграрного виробництва є їх використання в комбінації з ГК, АБК, етиленом, цитокінінами із яскраво вираженим між цими біорегуляторами синергетичним ефектом (Mostafa, Kotb 2018; Garrido-Auñón et al. 2024; Aryal, Alferez 2025). Очікуваними результатами використання брасиностероїдів у рослинництві є регуляція світло- та гормонрегульованих процесів, експресія світлорегульованих генів, старіння листків, індукція цвітіння. Проте глибоко фізіологічна природа дії брасиностероїдів все ще невідома (Musiienko 2001; Bessonova, Yakovlieva-Nosar 2014).

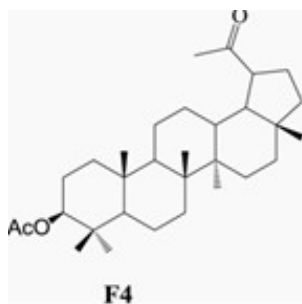
Ефект використання брасиноліду значною мірою залежить від низки факторів, серед яких вид рослини, етап онтогенезу, умови росту (зі стресом чи без нього), вид та тривалість стресу, взаємодія брасиностероїду з іншими гормонами, регуляторами росту та сигнальними молекулами (Derevianchuk 2015; Ahammed et al. 2020).

Більше того, нещодавні дослідження показали, що природні брасиностероїди та їх синтетичні аналоги мають потенційне застосування не лише в рослинництві та сільському господарстві, але й у медицині завдяки їхній противірусній, імуномодуючій та нейропротекторній активності, а також антипроліферативній дії на клітини тварин *in vitro* (Diachkov et al. 2021).

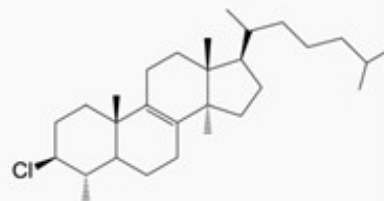
Приклади застосування та дії брасиностероїдів *Euphorbiaceae*. Брасиностероїди *Euphorbia officinarum* L. (рис. 9-А) належать до напівситнетичних похідних тритерпенів 3 β -ацетокси-норлуп-20-он (F4) і 3-хлор-4 α , 14 α -диметил-5 α -холест-8-ен (F6) (рис. 9-В) позитивно впливають на стан розсади томатів як за нор-



А



F4



F6

В

Рис. 9. А – *Euphorbia officinarum*, фото Frank Vincentz; В – структура 3 β -ацетокси-норлуп-20-он (F4) і 3-хлор-4 α , 14 α -диметил-5 α -холест-8-ен (F6) (Smaili et al. 2019)

Fig. 9. А – *Euphorbia officinarum*, picture by Frank Vincentz; В – structure 3 β -acetoxy-norlup-20-one (F4) and 3-chloro-4 α , 14 α -dimethyl-5 α -cholest-8-ene (F6) (Smaili et al. 2019)

мальних умов, так і при зараженні грибовими патогенами *Verticillium dahliae* Kleb., що викликають вертицильоз, та паличковидними ґрунтовими бактеріями *Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Townsend) Conn., що викликають хворобу корончастих галлів (Smaili et al. 2017; Smaili et al. 2019).

Після позакореневого обприскування брасиностероїдами *E. officinarum* суттєво покращується швидкість росту, збільшується площа, кількість зеленої та сухої маси листків, підвищуються також фізіологічні параметри (фотосинтетичні пігменти, вміст проліну та активність нітратредуктази), відзначається індукування накопичення H_2O_2 , підвищується активність кількох антиоксидантних ферментів (каталаза, аскорбатпероксидаза, гвакялпероксидаза), посилюється антиоксидантний захист, що підтверджує можливість та великі перспективи практичного використання брасиностероїдів для захисту рослин від бактеріальних та грибкових хвороб (Smaili et al. 2017; Smaili et al. 2019).

Існують перспективи використання брасиностероїдів і у біотехнології *Euphorbiaceae*. Зокрема, процеси мікророзмноження важливих харчових тропічних рослин родини, таких як маніок *Manihot esculenta*, можна покращити за допомогою брасиностероїда 28-гомокастастерон (10) або 3 β -ацетил-28-гомотеастерон (Zullo, Günter 2002).

Розвиток біотехнології та вивчення регуляторної мережі та потенційних механізмів брасиностероїдів для підвищення стійкості та врожайності важливих сільськогосподарських та декоративних культур є важливим напрямком наукових досліджень (Kahya, Sezgin 2024).

Важливим моментом є відбір та введення в культуру найбільш перспективних видів із родини *Euphorbiaceae*, які можуть бути цінним рослинним джерелом брасиностероїдів. На сьогодні тривають дослідження щодо пошуку та виділення брасиностероїдів з рослин *Euphorbiaceae*, удосконалення біологічних або фізико-хімічних методів їх виявлення, з'ясування їх біосинтезу та метаболізму, а також дослідження їх біологічної активності та сільськогосподарського використання (Zullo, Günter 2002).

Для ідентифікації та характеристики основних компонентів і генів, що беруть участь у сигнальному шляху брасиностероїдів, широко використовується генетичний скринінг (Oklestkova et al. 2013). Проте, молекулярний механізм дії брасиностероїдів залишається значною мірою не визначеним. Зокрема, до кінця не з'ясовані механізми

передачі сигналу брасиностероїдів від поверхні клітини до цитоплазми та спосіб регулювання активації багатьох генів (Oklestkova et al. 2013). Тому існує велика потреба в продовженні досліджень механізму впливу брасиностероїдів на рослини клітини на молекулярному рівні.

На жаль, відсутність вітчизняних даних ролі брасиностероїдів у *Euphorbiaceae* та обмежена їх кількість в закордонних виданнях схиляє до висновку, що ця тема мало досліджена, обмежено висвітлена, потребує поглиблених експериментів та вагомих наукових висновків.

Сучасні дослідження брасиностероїдів сприяють підвищенню урожайності рослин, стійкості, життєздатності та конкурентоспроможності (Zullo, Günter 2002; Kosakivska et al. 2022).

Глибокі знання про біосинтез брасиностероїдів та передачу їх сигналів, фізіологічний та молекулярний механізм їх активності, інгібування та контроль вмісту брасиностероїдів в клітинах, можливості синтезу та використання як природних, так і штучних брасиностероїдів сприятимуть вдосконаленню та вирощуванню цінних сільсько-господарських культур на теренах України.

Висновки

Родина *Euphorbiaceae* є однією з найбільш чисельних родин квіткових рослин, із космополітичним поширенням. Ці рослини мають різні життєві форми, стійкі та невибагливі до умов існування, каучуконоси, мають широкий спектр практичного використання від стародавніх часів до сьогодення, як сировина для промисловості, енергетики, харчування, засоби для лікування та профілактики здоров'я людини, елемент побуту та ландшафтного дизайну, об'єкт для дослідження ролі брасиностероїдів у формуванні стресостійкості рослин.

Брасиностероїди є ключовими фітогормонами, що координують на генетичному, фізіологічному, біохімічному та молекулярному рівнях процеси росту, морфогенезу, регулюють клітинний поділ та диференціацію, контролюють фотосинтетичну активність, білковий метаболізм, клітинний транспорт і передачу сигналів та активують механізми стресової адаптації рослин, забезпечуючи інтеграцію метаболічних і сигнальних шляхів у мінливих умовах довкілля.

Синтез брасиностероїдів в рослинних клітинах відбувається поступово із мембранного фітостеролу кампестерол через ряд біохімічних реакцій відновлення, гідроксилування, епімеризації та окислення під дією багатьох життєвоважливих ферментів.

Брасиностероїди взаємодіють із іншими рослинними гормонами, що є надзвичайно важливим для регуляції процесів росту, розвитку рослин та формування їх стресостійкості.

Брасиностероїди промислових каучуконосів *Euphorbiaceae* сприяють утворенню більш якісного латексу та збільшенню його виходу за рахунок подовження часу екстракції, що становить великі промислово-економічні перспективи.

Брасиностероїди не транспортуються на великі відстані, їх міжклітинний транспорт відбувається через плазмодесми, запускається у відповідь на ендогенні рівні стероїдних фітогормонів та опосередковується мембранно-інтегральними рецепторними кіназами: мембранно-інтегральною рецепторною брасиностероїд-нечутливою 1 кіназою (BRI1) та її корецептором BAK1.

Брасиностероїди відіграють вирішальну роль у стійкості рослин до ряду абіотичних стресів: посухового, температурного, соляного та забруднення важкими металами, сприяючи формуванню у рослин захисних реакцій шляхом регуляції експресії генів антиоксидантних ферментів, активації синтезу осмопротекторів, стабілізації мембранних структур та підтримання фотосинтетичної актив-

ності. Активують захисні механізми, підтримують життєздатність клітин та забезпечують інтегровану відповідь клітин на стресові фактори.

Практичне використання брасиностероїдів для рослинництва та сільського господарства має великі перспективи та ряд переваг, оскільки вони використовуються у мінімальних кількостях, здійснюють комплексну дію на регулювання росту, розвитку, підвищення стійкості рослин до біотичних та абіотичних чинників, є нетоксичними та екологічно чистими, можуть бути альтернативою пестицидам.

Результатом дії певних ключових генів рослин родини *Euphorbiaceae* є не тільки синтез стеролів, але й тритерпенів, серед яких ефективна протиракова сполука тигіланол тиглат (Tigilanol tiglate EBC-46)

Детальні та глибокі знання функцій брасиностероїдів, процесів їх біосинтезу, сигналіngu, контролю та регуляції їх вмісту в клітині, інгібування та управління брасиностероїд-специфічними шляхами сприятимуть вирощуванню на теренах України високоурожайних, стійких до біотичних та абіотичних факторів важливих сільськогосподарських культур.

AHAMMED, G. J., LI, X., LIU, A., CHEN, S. (2020) Brassinosteroids in Plant Tolerance to Abiotic Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39(3), 1451–1464. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10098-0>

ARYAL, D., ALFEREZ, F. (2025) Brassinosteroids: Biosynthesis, Signaling, and Hormonal Crosstalk as Related to Fruit Yield and Quality. *Plants*, 14(12), 1865. <https://doi.org/10.3390/plants14121865>

BAJGUZ, A. (2011) Brassinosteroids – occurrence and chemical structures in plants. In: S. Hayat & A. Ahmad (Eds.), *Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone*, Springer, Dordrecht. 1–27. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0189-2_1

BAJGUZ, A., TRETYN, A. (2003) The chemical characteristic and distribution of brassinosteroids in plants. *Phytochemistry*, 62(7), 1027–1046. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(02\)00776-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00776-9)

BENITEZ-ALFONSO, Y., CAÑO-DELGADO, A. I. (2023) Brassinosteroids en route. *Nature Chemical Biology*, 19(11), 1294–1295. <https://doi.org/10.1038/s41589-023-01367-6>

BESSONOVA, V. P., YAKOVLEVVA-NOSAR, S. O. (2014) *Фізіологія рослин* [Plant Physiology]. Svidler A.L., Dnipropetrovsk. (in Ukrainian)

BINGBIN, G., MINGYANG, L., HONG, Y., LONGJUN, D., LIFENG, W. (2023) Brassinosteroids Regulate the Water Deficit and Latex Yield of Rubber Trees. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(16), 12857. <https://doi.org/10.3390/ijms241612857>

BOUAZIZ, A. L. (2014) *Identification de métabolites secondaires des plantes, protecteurs des photorécepteurs à cônes pour le traitement de la rétinopathie pigmentaire* [Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI]. HAL Theses, https://theses.hal.science/tel-03815605v1/file/BOUAZIZ_Alexandra_Lyor_2014.pdf

BRAGA de OLIVEIRA, D., AMARO, C. L., AMARO, L. V., BORGES, L. P., AMORIM, V. A., MATOS, F. S. (2021) Importance of brassinosteroids in activating the antioxidant system and growth in *Jatropha curcas* L. plants under water deficit. *Australian Journal of Crop Science*, 15(3), 369–376. <https://doi.org/10.21475/ajcs.21.15.03.p2730>

CAI, Z., RUAN, L., WEI, W. (2024) Morphological, anatomical, and transcriptomics analysis reveals the regulatory mechanisms of cassava plant height development. *BMC Genomics*, 25, 699, 1–33. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4144739/v1>

CAO, Y., MO, W., LI, Y. (2021) Deciphering the roles of leucine-rich repeat receptor-like protein kinases (LRR-RLKs) in response to *Fusarium* wilt in the *Vernicia fordii* (Tung tree). *Phytochemistry*, 185, 112686. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2021.112686>

CAO, Y., FAN, T., LI, Y. (2022) Dissection of leucine-rich repeat receptor-like protein kinases: insight into resistance to *Fusarium* wilt in tung tree. *Peer Journal*, 10, e14416. <https://doi.org/10.7717/peerj.14416>

- CLOUSE, S. D. (2011) Brassinosteroids. *The Arabidopsis Book*, 9, e0151. <https://doi.org/10.1199/tab.0151>
- DEREVYANCHUK, M. V., GRABELNYH, O. I., LITVINOVSKAYA, R. P. (2014) Influence of brassinosteroids on plant cell alternative respiration pathway and antioxidant systems activity under abiotic stress conditions. *Biopolymers and Cell*, 30(6), 436–442. <https://doi.org/10.7124/bc.0008BD>
- DEREVIANCHUK M.V. (2015) *Brasynosteroidy v rehuliatsii metabolizmu roslyn za umov dii abiotychnykh stresiv* [Brassinosteroids in the regulation of plant metabolism under abiotic stresses]. Dysertatsiia kandydata biolohichnykh nauk za spetsialnistiu 02.00.10-Bioorhanichna khimiia. Kyiv. (in Ukrainian)
- DIACHKOV, M. V., FERRER, K., OKLESTKOVA, J., RAROVA, L., STRNAD, M. (2021) Synthesis and Biological Activity of Brassinosteroid Analogues with a Nitrogen-Containing Side Chain. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 155. <https://doi.org/10.3390/ijms22010155>
- ESPOSITO, D., KOMARNYTSKY, S., SHAPSES, S., RASKIN, I. (2011) Anabolic effect of plant brassinosteroid. *The FASEB Journal*, 25(10), 3708–3719. <https://doi.org/10.1096/fj.11-181271>
- EVANS, W. C. (2009) *Trease and Evans Pharmacognosy*. Saunders, Elsevier.
- FARIDUDDIN, Q., YUSUF, M., AHMAD, I., AHMAD, A. (2014) Brassinosteroids and their role in response of plants to abiotic stresses. *Biologia Plantarum*, 58(1), 9–17. <https://doi.org/10.1007/s10535-013-0374-5>
- GANGWAR, M., SHANKAR, J. (2020) Molecular Mechanisms of the Floral Biology of *Jatropha curcas*: Opportunities and Challenges as an Energy Crop. *Frontiers in Plant Science*, 11, Article 609. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00609>
- GARRIDO-AUÑÓN, F., PUENTE-MORENO, J., GARCÍA-PASTOR, M. E., SERRANO, M., VALERO, D. (2024) Brassinosteroids: An Innovative Compound Family That Could Affect the Growth, Ripening, Quality, and Postharvest Storage of Fleshy Fruits. *Plants*, 13(21), 3082. <https://doi.org/10.3390/plants13210082>
- GRANT, E. L., WALLACE, H. M., TRUEMAN, S. J., REDDELL, P. W., OGBOURNE, S. M. (2017) Floral and reproductive biology of the medicinally significant rainforest tree, *Fontainea picrosperma* (Euphorbiaceae). *Industrial Crops and Products*, 108, 416–422. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.013>
- GROVE, M. D., SPENCER, G. F., ROHWEDDER, W. K., MANDAVA, N., WORLEY, J. F., WARTHEN, J. D., STEFFENS, G. L., FLIPPEN-ANDERSON, J. L., COOK, J. C. (1979) Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. *Nature*, 281, 216–217.
- GRZELAK, M., PACHOLCZAK, A., NOWAKOWSKA, K. (2023) Practical aspects of brassinosteroids in drought stress protection and its usage in agriculture. *Herba Polonica*, 69(3), 29–33. <https://doi.org/10.5604/0>
- HAYAT, S., AHMAD, A., FARIDUDDIN, Q. (2003) Brassinosteroids: A regulator of 21st century. In: S. Hayat, A. Ahmad (Eds.), *Brassinosteroids, Bioactivity and Crop Productivity*. PP. 231–246. Springer Science+Business Media, B.V. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0948-4_10
- HUSAROVA, A. (2020) Brasynosteroidy-unikalni fitohormony, za dopomohoiu yakykh roslyny «dumaiut» [Brassinosteroids are unique phytohormones that help plants "think"]. SuperAgronom.com. Holovnyi sait dlia ahronomiv. Available from: <https://superagronom.com/articles/346-brasinosteroyidi--unikalni-fitogormoni-za-dopomogoyu-yakih-roslini-dumayut> (accessed 15.12.2025). (in Ukrainian)
- ISLAM, M. S., ARA, H., AHMAD, K. I., UDDIN, M. M. (2019) A review on medicinal uses of different plants of Euphorbiaceae family. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*, 4(1), 47–51. <https://doi.org/10.22270/ujpr.v4i1.236>
- KAHYA, M., SEZGIN, M. (2024) Brassinosteroids as plant growth regulators. In: *Current advances in natural sciences II*. pp. 179–200). Iksad Publications. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14258316>
- KARPETS, L.-A. M. (2019) Rol diatsylhlitserol kinaz v protsesi formuvannia fosfatydnoi kysloty indukovanoho brasynosteroidamy u A. thaliana (L.) [The role of diacylglycerol kinase in the process of brassinosteroid-induced phosphate formation in A. thaliana (L.)] *Proceedings of Ukrainian student scientific-practical conference “Suchasni dosiahnennia pryrodnychyykh nauk”*. 18–19, April, 2019, Poltava, Ukraine. Poltavskyi natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni V. H. Korolenka, Poltava, pp. 68–69. (in Ukrainian)
- KIRIZII, D. A., STASYK, O. O. (2022) Vplyv posukhy i vysokoi temperatury na fiziolohe-biokhimichni protsesy ta produktyvnist roslyn [The impact of drought and high temperature on physiological and biochemical processes and plant productivity]. *Fizioloheia roslyn i henetyka*, 54(2), 95–122. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/frg2022.02.095>
- KOBYLETSKA, M. S., TEREK, O. I. (2017) *Biokhimiia roslyn* [Plant Biochemistry]. LNU imeni Ivana Franka, Lviv. (in Ukrainian)
- KONSTANTINOVA, O. V., ANTONCHICK, A. P., OLDHAM, N. J., SCHUNK, C., SCHIEMANN, O., ZHELEZNAYA, L. A., KHRIPACH, V. A., SCHNEIDER, B. (2001) Analysis of underivatized brassinosteroids by HPLC/APCI-MS. Occurrence of 3-epibrassinolide in *Arabidopsis thaliana*. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, 66(11), 1729–1740. <https://doi.org/10.1135/cccc20011729>
- KOSAKIVSKA, I. V., VASIUK, V. A., VOITENKO, L. V., SHCHERBATIUK, M. M. (2022) *Hormonalna systema roslyn za dii vazhkykh metaliv* [Hormonal system of plants under the influence of heavy metals]. Instytut botaniky im. M.H. Kholodnoho, Kyiv. (in Ukrainian)
- KOSAKIVSKA, I. V., SHCHERBATIUK, M. M., VASIUK, V. A., VOITENKO, L. V. (2024) Znachennia fitohormoniv u rehuliatsii rostu ta formuvanni

- stresostiikosti kulturnykh zlakiv [The importance of phytohormones in growth regulation and stress resistance formation of cultivated cereals]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*, 56(2), 130–150. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/frg2024.02.130>
- KREIS, W., MÜLLER-URI, F. (2010) Biochemistry of sterols, cardiac glycosides, brassinosteroids, phytoecdysteroids and steroid saponins. In: *Biochemistry of Plant Secondary Metabolism*. M. Wink (Ed.). PP. 304–363). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444320503.ch6>
- MANGHWAR, H., HUSSAIN, A., ALI, Q., LIU, F. (2022) Brassinosteroids (BRs) Role in Plant Development and Coping with Different Stresses. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1012, 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijms23031012>
- MARFOUA, M. (2020) *Bio-écologie et quelques caractères physiologiques des graines des plantes spontanées du Sahara septentrional: cas de la région de Ouargla*. Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah – Ouargla.
- MIAO, R., LI, C., LIU, Z. (2024) The Role of Endogenous Brassinosteroids in the Mechanisms Regulating Plant Reactions to Various Abiotic Stresses. *Agronomy*, 14(2), 356. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020356>
- MITU, S. A. (2021) *Molecular analysis of the medicinally significant plant Fontainea picosperma (Euphorbiaceae) with insights into the diterpenoid biosynthesis pathway* Doctoral thesis, University of the Sunshine Coast Queensland, Australia.
- MOSTAFA, L. Y., KOTB, H. R. M. (2018) Effect of Brassinosteroids and Gibberellic acid on parthenocarpic fruit formation and fruit quality of Sugar Apple *Annona squamosa* L. *Middle East Journal of Agriculture*, 7(4), 1341–1351.
- MUSIIENKO, M. M. (2001) *Fiziolohiia roslyn* [Plant Physiology]. Fitosotsiotsentr, Kyiv. (in Ukrainian)
- MUKESH, K. K., BAJGUZ, A., ZHOU, J., BHARDWAJ, R. (2017) Analysis of Brassinosteroids in Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(4), 868–876. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9732-4>
- OKLEŠTKOVA, J., RÁROVÁ, L., STRNAD, M. (2013) Brassinosteroids and their Biological Activities. In: *Comprehensive Natural Products II*, Vol. 5. Ramawat, K., Mérillon, J.M. (Eds), PP. 3851–3871. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22144-6_174
- PADHIARY, A. K., MISHRA, S. P., NANDI, A., PATTANAIK, A., NAYAK, B. R., MOHANTY, L. K., DASH, S. (2020) Role of brassinosteroids in horticultural crops (Reviews). *International Journal of Chemical Studies*, 8(3), 18–22. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3a.9458>
- PERES, A. L. G. L., SOARES, J. S., TAVARES, R. G., BARACAT-PEREIRA, M. C., DE ALMEIDA, J. M. (2019) Brassinosteroids, the Sixth Class of Phytohormones: A Molecular View from the Discovery to Hormonal Interactions in Plant Development and Stress Adaptation. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(2), 331. <https://doi.org/10.3390/ijms20020331>
- PRIADKINA, H. O., MAKHARYNSKA, N. M., SOKOLOVSKA-SERHIENKO, O. H. (2022) Vplyv posukhy na fotosyntetichni pokaznyky roslyn pshenytsi [The effect of drought on the photosynthetic performance of wheat plants]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*, 54(6), 463–483. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/frg2022.06.463>
- RAJENDRA, B. N., BHASKAR, J., SETHUNATH, K., NAIDU, S. A., MANOHAR, A., PATRA, S. (2024) Scientific Study of Brassinosteroids on Production of Fruit Crops: A Review. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(6), 288–303. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2024/v36i64632>
- SMAILI, A., MAZOIR, A., RIFAI, L. A. (2017) Antimicrobial Activity of two Semisynthetic Triterpene Derivatives from *Euphorbia officinarum* Latex against Fungal and Bacterial Phytopathogens. *Natural Product Communication*, 12(3), 331–336. <https://doi.org/10.1177/1934578X1701200305>
- SMAILI, A., RIFAI, L. A., MAZOIR, N., SMAILI, B., BOUAZIZ, A., BEN-TEKFA, Z. (2018) Semisynthetic Triterpenes Derived from *Euphorbia officinarum* as Plant Growth Promoters and Inducers of Disease Resistance. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(1), 262–272. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9838-3>
- SZEKERES, M., NÉMETH, K., KONCZ-KÁLMÁN, Z., MATHUR, J., KAUSCHMANN, A., ALTMANN, T., RÉDEI, G.P., NAGY, F., SCHELL, J., KONCZ, C. (1996) Brassinosteroids rescue the deficiency of CYP90, a cytochrome P450, controlling cell elongation and de-etiolation in Arabidopsis. *Cell*, 85, 171–182.
- WEI, Z., GOU, X., LI, J. (2016) Brassinosteroids. In: *eLS*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020092.pub2>
- ZULLO M. A. T., GÜNTHER, A. (2002) Brassinosteroid phytohormones – structure, bioactivity and applications. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 14(3), 143–181. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202002000300001>

Дата першого надходження статті до видання: 31.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 07.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



МОРФОГЕНЕЗ НЮХОВОГО АНАЛІЗАТОРА ЛЮДИНИ: АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ РОЗВИТКУ В ЕМБРІОНАЛЬНОМУ ТА ФЕТАЛЬНОМУ ПЕРІОДАХ

Марина МИРОНЕЦЬ, Ярослав СТЕПАНЮК

Пренатальний розвиток нюхового аналізатора людини є складним багатоетапним процесом, у якому кореляція розвитку між периферичними та центральними структурами визначає подальшу функціональну зрілість нюхової системи. Недостатня кількість морфологічних ознак визначення стадій розвитку ембріонального та фетального періодів ускладнює стандартизацію досліджень і порівняння результатів. У роботі представлено аналіз літературних джерел з морфогенезу структур нюхового аналізатора людини в ембріональному та фетальному періодах. В ембріональному періоді проаналізовано формування нюхових плакод, нюхових ямок, нюхових мішків, хоан та встановлення перших синаптичних контактів периферичного відділу із переднім мозком. Периферичний та центральний відділи розвиваються асинхронно, але взаємопов'язано: нюхові цибулини формуються під впливом аксонотропної індукції від рецепторних клітин нюхового епітелію. Фетальний період характеризується гістологічною диференціацією нюхового епітелію, морфогенезом шарів нюхових цибулин, появою гломерул та завершенням формування нюхового тракту. Розвиток додаткової нюхової системи (вомероназального органу або органу Якобсона) обмежується ембріональним періодом із подальшою редукцією у плодовому періоді. Особлива увага приділена кореляції морфологічних змін із таблицями розвитку Карнегі, що дозволяє стандартизувати опис ембріогенезу незалежно від індивідуальних варіацій розмірів ембріонів. Узагальнено та систематизовано ключові морфологічні події у вигляді таблиці, що може слугувати орієнтиром для подальших досліджень нюхового аналізатора та суміжних структур голови людини.

Ключові слова: нюховий аналізатор, нюховий епітелій, нюхові цибулини, ембріогенез, людина.

Кафедра гістології та медичної біології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, вул. Банкова, 9, Луцьк, 43025, Україна; e-mail: Myronets.Maryna@vnu.edu.ua, Stepanyuk.Yaroslav@vnu.edu.ua
Миронець М.: <https://orcid.org/0009-0008-8289-8649>

Степанюк Я.: <https://orcid.org/0000-0002-8792-3670>

Morphogenesis of the human olfactory system: analysis of the main stages of development in the embryonic and fetal periods

Myronets M., Stepanyuk Ya.

The prenatal development of the human olfactory system is a complex multistage process in which the coordinated development of peripheral and central structures determines the subsequent functional maturation of olfaction. The paucity of reliable morphological criteria for staging embryonic and fetal development complicates the standardisation of studies and the comparison of research results. The present article provides a comprehensive analysis of the available literature on the morphogenesis of the human olfactory system during the embryonic and fetal periods. Particular attention is given to the formation of the olfactory placodes, olfactory pits, olfactory sacs, choanae, and the establishment of the first synaptic contacts between the peripheral olfactory apparatus and the forebrain. Despite the asynchronous development of the peripheral and central components, their morphogenesis is intricately interconnected. The formation of the olfactory bulbs is driven by axonotropic induction from receptor cells of the olfactory epithelium. The fetal period is characterised by histological differentiation of the olfactory epithelium, layer-specific morphogenesis of the olfactory bulbs, the emergence of glomeruli, and the completion of the olfactory tract. The development of the accessory olfactory system (the vomeronasal organ, or Jacobson's organ) is confined to the embryonic period and is followed by regression during fetal life. Particular emphasis is placed on the correlation of morphological changes with the Carnegie staging system. This approach enables standardised descriptions of human embryogenesis that are independent of individual variation in embryo size. Key morphological events are summarised and systematised in tabular format, providing a structured reference framework for future studies of the human olfactory system and related craniofacial structures.

Key words: olfactory analyzer, olfactory epithelium, olfactory bulbs, embryogenesis, human.

Department of Histology and Medical Biology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 9 Bankova St., Lutsk, 43025, Ukraine; e-mail: Myronets.Maryna@vnu.edu.ua, Stepanyuk.Yaroslav@vnu.edu.ua

Myronets M.: <https://orcid.org/0009-0008-8289-8649>

Stepanuk Ya.: <https://orcid.org/0000-0002-8792-3670>

Вступ

Визначення терміну розвитку ембріонів людини є методологічно ключовою передумовою проведення морфологічних досліджень особливо на ранніх стадіях пренатального онтогенезу людини. Точна ідентифікація стадії розвитку забезпечує коректну інтерпретацію морфогенезу систем органів, дозволяє розмежувати нормальний розвиток та патологічні відхилення, а також є необхідною умовою порівняння результатів у міжлабораторних і міжколекційних дослідженнях. Хибне визначення ембріонального віку неминує призводить до систематичних помилок в аналізі гістогенезу, органогенезу та порівняльно-морфологічних дослідженнях. Крім того, це знижує або унеможливорює наукову валідність отриманих результатів і може спричинити помилкову інтерпретацію нормальних варіантів розвитку як патологічних. Особливої методологічної ваги проблема стадіювання набуває при дослідженнях структур із високою асинхронністю розвитку, зокрема органів чуття та центральної нервової системи.

Сучасні підходи до оцінки ембріонального віку та стадії розвитку ґрунтуються на інтегративному використанні морфологічних критеріїв, зокрема тім'яно-куприкової довжини, розмірів і пропорцій окремих анатомічних структур, ступеня диференціації органних зачатків, у поєднанні з клітинними та молекулярно-біологічними маркерами розвитку. Такий комплексний підхід дозволяє підвищити точність стадіювання, врахувати індивідуальну мінливість темпів ембріонального розвитку та створює підґрунтя для стандартизації морфологічних досліджень. Особливу роль у вдосконаленні підходів відіграють сучасні ембріональні колекції, які забезпечують репрезентативну емпіричну базу досліджень. Історично такі зібрання, як Колекція Карнегі, Кіотська колекція, Геттінгенська колекція Блешмідта та інші, сформували фундаментальні стандарти опису нормального ембріонального морфогенезу людини.

Вивчення розвитку людини на прикладі нюхового аналізатора демонструє особливу значущість інтегративного підходу до пояснення морфогенезу складних структур. Формування нюхових плакод, їх інвагінація з формуванням нюхових ямок, диференціація нюхового епітелію та закладка нюхових цибулин характеризуються вираженою асинхронністю як між різними ембріонами одного гестаційного віку, так і між окремими компонентами нюхової системи в межах одного індивіда. Це зумовлює необхідність використання не лише хронологічних, а й стадійно-морфологічних кри-

теріїв оцінки розвитку. Тому, метою дослідження є узагальнити та проаналізувати сучасні дані щодо стадійності й хронології пренатального розвитку людини з акцентом на морфогенез нюхового аналізатора в ембріональному та фетальному періодах, а також обґрунтувати методологічну роль коректного визначення ембріонального віку для інтерпретації морфологічних досліджень.

3 історії дослідження ембріонів людини.

До середини XX століття дослідження пренатального розвитку людини були фрагментарними через брак матеріалу та методологічні й етичні обмеження. Тому вчені здебільшого вивчали ембріогенез модельних тварин, чий розвиток легше відтворити в лабораторії. Перші ембріологічні дані щодо людини з'явилися у праці М. Фостера та співавторів (Foster et al. 1883), де поряд із описом розвитку курки та свавців було схематично представлено ранні стадії формування людини (2–4 тижні). Значний внесок у термінологію (поняття «мезодерма», «міотом», «склеротом»), яка використовується і сьогодні, зробив Ю. Коллман (Gasser et al. 2014).

Основоположником сучасної ембріології людини вважають В. Гіса, якого називають «Везалієм ембріології» (Müller, O'Rahilly 1986a). Він першим запровадив метод парафінової інфільтрації, серійні зрізи та тривимірну реконструкцію ембріонів віком від 15 діб до 8,5 тижнів (His 1868b). Його учень Ф. Молл у 1887 році заснував колекцію людських ембріонів, що стала основою Колекції Інституту Карнегі, яка нині зберігається у Вашингтоні (Richardson, Keuck 2022).

Становлення сучасної класифікації почалося з Ф. П. Молла, який виділив 14 стадій розвитку (H–U) (Müller, O'Rahilly 2010). Згодом Дж. Л. Стрітер розширив цю систему до 23 «горизонтів розвитку», спираючись на морфологічну диференціацію та кількість сомітів, а не на вік чи розмір ембріона (Streeter 1942). Межею завершення ембріонального періоду (стадія 23, 60 доба) він вважав початок формування кісткового мозку в плечовій кістці (Streeter 1942). У 1980-х роках Р. О'Рахіллі та Ф. Мюллер ревізували цю систему, запровадивши термін «стадії Карнегі» (CS 1–23). Вони замінили «горизонти» на арабську нумерацію та визначили морфотип (сукупність зовнішніх ознак) як головний критерій ідентифікації. Хоча для кожної стадії вказано орієнтовний постовulatory вік, система CS не є суворо хронологічною. Важливо, що точне визначення пізніх стадій (CS 19–23) потребує гістологічного аналізу, а не лише зовнішнього огляду.

Накопичення матеріалу стало базою для вивчення норми та аномалій розвитку. Колекція Карнегі заклала фундамент для вивчення механізмів морфогенезу, а створена у 1960-х роках Хідео Нішімурою Кіотська колекція (Японія), яка нині налічує близько 45 тис. зразків, суттєво доповнила її (Yamaguchi, Yamada 2018; Hill 2018). Досліджуючи цей масив, Х. Нішімура та Кохей Шіота довели, що гестаційний вік має обмежену прогностичну цінність через високу біологічну мінливість (Nishimura et al. 1968; Shiota et al. 1988). К. Шіота визначив, що морфологічні показники та довжина ембріона є значно надійнішими критеріями стадіювання, ніж календарні терміни (Shiota 2018).

Паралельно в Німеччині Еріх Блешмідт сформував унікальну колекцію в Геттінгені (1940–1970-ті рр.), яка включає сотні серій гістологічних зрізів та масштабні тривимірні моделі (Markert 2020; Miyazaki et al. 2018). Використовуючи вдосконалений метод пластинкової реконструкції, Е. Блешмідт досяг високої точності у відтворенні просторової конфігурації та залягання тканин під час інтенсивного морфогенезу (Miyazaki et al. 2018). Обмежена кількість світових колекцій людських ембріонів надає кожній з них стратегічного значення. До таких належить колекція Гінріхсена (Рурський університет, Бохум), що містить близько 16 000 якісних гістологічних зрізів (Maricic et al. 2019). Останніми десятиліттями цей матеріал, як і в Геттінгенській колекції, активно оцифровується за допомогою високороздільного сканування та 3D-реконструкції. Використання віртуальних моделей зберігає унікальні архіви від пошкоджень, підвищує їх доступність та дозволяє застосовувати сучасні методи морфометрії та сегментації. Завдяки поєднанню класичних колекцій із цифровими технологіями, сучасна ембріологія трансформується з описової дисципліни в інтегративну морфологію для глибокого аналізу кожної стадії розвитку.

Системи та критерії стадіювання ембріонів людини. Традиційно пренатальний онтогенез людини поділяють на три основні періоди: зародковий (перший тиждень розвитку), ембріональний (2–8-й тижні) та плодовий або фетальний (від 9-го тижня до народження) (Moore 1981). Проте зазначена схема не є єдиною. У клінічній практиці, зокрема в акушерстві та перинатальній медицині, застосовується клініко-акушерська періодизація, що враховує особливості ведення вагітності. Вона включає: період імплантації (орієнтовно 1–2-й тижні), ембріональний період

(3–8-й тижні), ранній фетальний період (9–28-й тижні) та пізній фетальний період (28–40-й тижні гестації).

Гістологічна періодизація ембріогенезу орієнтована на мікроскопічні зміни та включає бластогенез (утворення бластомерів, морули, бластоцисти), гастрологенез (формування зародкових листків), нейрогенез (нейруляція), органогенез (поява зачатків органів) та гістогенез (диференціація тканин). У тератології використовується періодизація за критичними періодами чутливості до тератогенних впливів, відповідно до якої виокремлюють: преімплантаційний період, період гастрюляції та раннього органогенезу (максимальна чутливість до тератогенів), а також період пізнього органогенезу та росту тканин (переважна ймовірність морфологічних або функціональних дефектів).

У вітчизняній морфологічній традиції, зокрема в працях українських і радянських анатомів та ембріологів середини–кінця ХХ ст., поширення набула морфологічна періодизація, запропонована Г. А. Шмідтом. Вона включає зародковий період (0–8-й тижні), передплодовий період (8–12-й тижні) та плодовий період (після 12-го тижня). Стадія розвитку ембріона визначається як інтегративний комплекс екстернальних (зовнішніх) та інтернальних (внутрішніх) морфологічних ознак, морфометричних параметрів (довжина ембріона) і хронологічних показників. Встановлення ембріонального віку залишається одним із найбільш дискусійних аспектів сучасної ембріології.

Ембріональний вік. Точне визначення віку ембріона ускладнюється як індивідуальною мінливістю темпів розвитку, так і неможливістю точного встановлення моменту запліднення та формування зиготи. У науковій літературі використовуються два основні поняття: «гестаційний вік» та «постовуляторний вік». Гестаційний вік відраховується від першого дня останньої менструації і, в середньому, перевищує постовуляторний приблизно на два тижні, відображаючи середній час до овуляції. Постовуляторний вік є методологічно точнішим, особливо для ранніх ембріональних стадій, оскільки він ближче відповідає реальному часу існування ембріона (Moore et al. 1981). О'Рахіллі та Мюллер підкреслюють, що використання гестаційного віку у морфологічних дослідженнях є недоцільним, оскільки протягом першого тижня гестації ембріон ще не сформований (O'Rahilly, Muller 2000). Натомість постовуляторний вік у клініках допоміжних репродуктивних технологій може визначатися з точністю до годин, забез-

печуючи високу відтворюваність для досліджень стадій від запліднення до бластоцисти.

Довжина ембріона. У класичній ембріології найбільш інформативним одиничним вимірюванням вважалася найбільша довжина ембріона, що визначалася прямолінійно без штучного випрямлення природної кривизни тіла (Mall 1907). Дж. Л. Стрітер стандартизував цю процедуру, запровадивши вимірювання після двотижневої фіксації у формаліні. Варто враховувати, що дані на основі гістологічних моделей можуть бути занижені на 25 % через ущільнення тканин під час обробки.

Морфометричний підхід значною мірою зменшує суб'єктивізм морфологічного стадіювання, враховуючи асинхронність органогенезу, особливо на стадіях CS19–CS23. Автори відмічають, що до найбільш надійних кількісних маркерів розвитку належать: тім'яно-куприкова довжина (CRL) або тім'яно-п'ятова довжина, діаметр хоріонічного мішка, а також розміри мозкових міхурів і кінцевих відділів центральної нервової системи (Dickey et al. 1993; Yamada 2010). Окремі автори пропонують також альтернативні параметри, зокрема відстань між найбільш виступаючою потиличною ділянкою та латеральним краєм ока або між найбільш виступаючою потиличною ділянкою та вушною раковиною (Blaas et al. 1998). Ці показники корелюють із процесами нейроморфогенезу, розвитком голови та обличчя та можуть застосовуватися як додаткові критерії виокремлення окремих ембріональних стадій.

Морфологічні ознаки визначення стадії. До основних екстернальних морфологічних критеріїв належать загальна форма тіла ембріона, зміни пропорцій голови та тулуба (енцефалізація), формування глоткового апарату, зачатків органів чуття, бруньок кінцівок із подальшим утворенням пальцевих променів, редукція каудальних сегментів та поява антропоморфних ознак. Ключовими інтернальними критеріями є замикання нервової трубки, формування і розвиток мозкових міхурів, диференціація зародкових листків, розвиток серцевої трубки та інших органних зачатків (Machtinger et al. 2013; Flierman 2023). Система Карнегі, яка залишається загальновизнаним «золотим стандартом» стадіювання раннього ембріонального розвитку людини, зазнала низки уточнень і доповнень у роботах О'Рахіллі та Мюллер (O'Rahilly, Müller 2004; O'Rahilly, Müller 2010), де було переглянуто морфологічні описи 23 стадій на основі розширеного ембріологічного матеріалу та нових методів дослідження. Хоча багатоклекційний підхід тоді був обмежений, сучасні веб-ресурси, дозволяють дослідникам значно розширювати вибірки дослідження, отримувати доступ до сканів світових колекцій, тривимірних моделей та атласів, що слугує ефективним інструментом для стандартизації методології (Hill 2019).

сурси, дозволяють дослідникам значно розширювати вибірки дослідження, отримувати доступ до сканів світових колекцій, тривимірних моделей та атласів, що слугує ефективним інструментом для стандартизації методології (Hill 2019).

Морфогенез нюхового аналізатора людини у ранньому ембріональному періоді. Ембріогенез нюхового аналізатора людини є важливим етапом пренатального розвитку, що охоплює формування периферичного (носова порожнина, нюховий епітелій, нейросенсорні клітини) та центрального відділу (нюхові цибулини) (табл. 1). Порушення розвитку цих структур можуть мати клінічні наслідки, проявляючись такими патологіями, як аносмія (відсутність нюху), гіпосмія (зниження здатності розпізнавати запахи) або синдром Каллмана (вроджений гіпогонадотропний гіпогонадизм у поєднанні з аносмією) (Henkin et al. 2002; Croy et al. 2014; Cho et al. 2019). Нормальний морфогенез проходить ряд послідовних етапів розвитку нюхової системи, які фіксуються на відповідних стадіях розвитку ембріона (Bingham et al. 1991; Kim et al. 2004; Steding et al. 2010; Fleury 2022). Перша стадія відмічається в кінці 3 – на початку 4 тижня ембріонального періоду і супроводжується формуванням нюхових плакод.

Нюхові плакоти. За даними Дж. Боссі (Bossy, 1980), перші морфологічні ознаки ектодермального плакотного потовщення в ділянці майбутнього нюхового органа у людини спостерігається вже на 24-ту добу ембріогенезу. Водночас О'Рахіллі (Müller, O'Rahilly 2004) пов'язував формування нюхової плакоти з 32-ю добою розвитку, що відповідає CS13 (Рис. 1). У традиційних уявленнях плакота розглядалась переважно як дорсолатеральне потовщення, що дає початок сенсорному епітелію нюхової системи. Регуляція цього процесу пояснювалась переважно загальними індукуючими впливами з боку суміжних тканин, зокрема мезенхіми.

Сучасні дослідження (Sarnat et al. 2019; Bricker et al. 2022) поглибили уявлення про утворення нюхової плакоти, продемонструвавши, що процеси росту, диференціації та спеціалізації плакотного епітелію детермінуються складними молекулярно-генетичними взаємодіями. Автори зазначили, що фактор росту фібробластів FGF8, а також сигнальні молекули родини BMP (англ. bone morphogenetic proteins), які експресуються у суміжних тканинах, відіграють провідну роль у ініціації специфікації нюхової плакоти (Szabo-Rogers et al. 2009; Zhu et al. 2016). Дія сигнальних шляхів FGF, BMP і WNT забезпечує просторово-час-

сову організацію плакодного епітелію та визначає його подальшу диференціацію. Експериментально доведено критичну роль гена *Rax6*: його інактивація призводить до повної відсутності нюхової плакоти, носової порожнини та нюхових цибулин. Дослідження на людських клітинних моделях підтверджують участь й інших факторів: *Six1*, *Six4*, *Sox2*, *Foxg1* та *Dlx5*. Зокрема, вимкнення *Six1/Six4* унеможливає формування нюхової ямки та вомероназального органа, а втрата *Sox2* спричиняє масову загибель клітин плакоти та пригнічує нейрогенез (Chen et al. 2009).

Нюхові ямки. Нюхова плакота на початку 5 тижня внутрішньоутробного розвитку відбувається її поступова інвагінація, що призводить до формування нюхових ямок (Kim et al. 2004). Цей процес є ключовим етапом морфогенезу носової порожнини та периферичного відділу нюхового аналізатора. У міру росту ембріона нюхові плакоти вп'ячуються, внаслідок чого глибина нюхових ямок збільшується, а їхній епітелій потовщується та диференціюється. На цій стадії нюховий епітелій формується як псевдобагатошаровий епітелій, що характеризується високою проліферативною активністю та здатністю до нейросенсорної диференціації. Він дає початок популяції незрілих нейросенсорних клітин, які згодом формують рецепторний апарат нюхової системи. Вже на 8–9-му тижні внутрішньоутробного розвитку у складі нюхового епітелію чітко ідентифікуються три основні клітинні популяції: апікально розташовані опорні клітини, базальні клітини (горизонтальні та глобулярні), локалізовані поблизу

базальної мембрани, а також первинні нейросенсорні клітини (Kim et al. 2004).

За даними сканувальної електронної мікроскопії, починаючи з 14-го тижня пренатального розвитку, на апікальній поверхні нюхового епітелію з'являються численні нюхові булави, що несуть одну–дві короткі війки (Kimura et al. 2009). У подальшому ці структури поступово збільшуються як за розмірами, так і за кількістю війок. Згідно з морфологічною класифікацією, нюхові нейросенсорні клітини належать до біполярних нейронів і характеризуються наявністю спеціалізованого апікального булавоподібного розширення дендрита, від якого відходять численні довгі нюхові війки, що забезпечують рецепцію та ідентифікацію летких молекул одорантів.

До 18-го тижня розвитку нюхові булави формують невеликі ділянки, тоді як до 26-го тижня вони переважно набувають ізольованого розташування; при цьому війки значно подовжуються та наближаються за морфологічними характеристиками до дефінітивної будови (Kimura et al. 2009). На клітинному рівні первинні нюхові нейрони характеризуються експресією білка GAP-43, який розглядається як надійний маркер незрілих нейрональних популяцій, тоді як зрілі нюхові рецепторні нейрони експресують ольфакторний матричний білок (OMP). Одночасна наявність у фетальному нюховому епітелії OMP-позитивних і OMP-негативних нейронів свідчить про асинхронний характер диференціації клітин нюхового нейроепітелію (Sarnat et al. 2019).

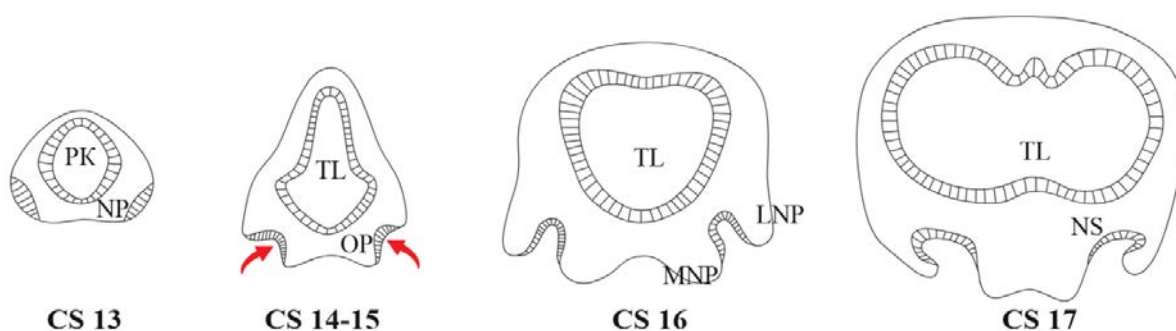


Рис. 1. Схема раннього морфогенезу нюхового аналізатора на 32 день (CS13), 33–36 день (CS14–15), 39 день (CS16) та 41 день (CS17) розвитку: PK – передній мозок (prosencephalon), NP – нюхова плакота, TL – кінцевий мозок (telencephalon), OP – нюхова ямка, LNP – латеральний носовий відросток, MNP – медіальний носовий відросток, NS – нюховий мішок.

Fig. 1. Schematic representation of the early morphogenesis of the olfactory system on day 32 (CS13), days 33–36 (CS14–15), day 39 (CS16), and day 41 (CS17) of development: PK – forebrain (prosencephalon), NP – olfactory placode, TL – telencephalon, OP – olfactory pit, LNP – lateral nasal process, MNP – medial nasal process, NS – olfactory sac.

Після інвагінації нюхової плакоти аксони нюхових рецепторних нейронів (OSN) проростають крізь базальну мембрану та проникають у власну пластинку слизової оболонки носової порожнини. У межах власної пластинки формуються щільно асоційовані пучки нюхових нервових волокон, які супроводжуються відростками гліальних клітин шваннівського типу. Напрямок росту нюхових аксонів зумовлюють так зване аксонотропне формування нюхової цибулини (рис. 2) Паралельно з ростом аксонів OSN відбувається міграція специфічних клітинних популяцій, що походять з нюхової плакоти, зокрема гонадотропін-рилізінгних (GnRH) нейронів. GnRH-нейрони закладаються переважно в медіальній ділянці нюхової плакоти та згодом мігрують уздовж волокон нюхового та термінального нервів через носову перегородку і решічасту пластинку до базальних відділів переднього мозку, насамперед гіпоталамуса (Schwartz et al. 2007). У людини на 10–11-му тижнях гестації значна частина GnRH-нейронів ще локалізується в структурах носової порожнини та нюхового нерва, тоді як до 18–20-го тижня їхня міграція до гіпоталамічних ядер переважно завершується (Kim et al. 1999; Cho et al. 2019).

Носова порожнина. Поступове поглиблення нюхових ямок зумовлює формування нюхових мішків, а згодом – первинної носової порожнини. На ранніх етапах її дно відмежоване від первинної ротової порожнини ротоносовою (буконазальною, ороназальною) мембраною (Som et al. 2013). До середини 6 тижня ембріогенезу ця тонка епітеліальна перетинка зазнає перфорації у вентральному відділі, внаслідок чого утворюються первинні хоани – задні або внутрішні ніздрі. За даними гістологічних досліджень, остаточне відкриття хоан відбувається пізніше 13–15-го тижня гестації, у результаті резорбції тимчасової епітеліальної «пробки» ніздрів (Som et al. 2013). Таким чином, формування хоан завершується до кінця II триместру внутрішньоутробного розвитку, що забезпечує безперервний анатомічний зв'язок носової порожнини з глоткою.

На 4–6-му тижнях ембріонального розвитку медіальні носові відростки зростаються між собою по серединній лінії, утворюючи внутрішній міжщелепний сегмент (Kumoi et al. 1993). Ця структура дає початок носовій перегородці, фільтру верхньої губи та первинному піднебінню (Warbrick 1960). Одночасно медіальні носові відростки зростаються з прилеглими верхньощелепними відростками, що призводить до закриття носогубного жолоба та формування переднього

відділу носа. Латеральні носові відростки, у свою чергу, зростаються з верхньощелепними відростками в ділянці носослізного жолоба, забезпечуючи анатомічну неперервність між бічною стінкою носа та щогою (Kim et al. 2004). У результаті цих морфологічних перебудов до кінця 6 тижня розвитку формується контур носових отворів: злиття медіальних носових і верхньощелепних відростків визначає медіальну межу ніздрі, тоді як злиття латеральних носових і верхньощелепних відростків формує її бічний край (Neskey et al. 2009; Fleury 2022).

Первинна носова перегородка формується як продовження медіальних носових відростків (кулястих відростків Гіса) та поступово росте в каудальному напрямку до рівня вторинного піднебіння (Som et al. 2013). Зачаток носової перегородки наявний уже на ранніх етапах формування хоан, оскільки мезенхімна тканина, розташована між первинними хоанами, слугує субстратом для подальшого становлення хрящової носової перегородки (Neskey et al. 2009; Steding et al. 2010). Паралельно дистальні відділи носової порожнини зазнають регіональної спеціалізації епітелію: у верхніх її ділянках диференціюється нюховий епітелій, тоді як у нижніх формується дихальний (респіраторний) епітелій.

Важливим етапом ембріогенезу носової порожнини є розвиток носових раковин. Зачатки носових раковин – етмотурбінали – формуються у вигляді складок мезенхіми на бічних стінках носової порожнини (Neskey et al. 2009). Уже на 7–8-му тижнях ембріогенезу виявляється до шести–семи таких утворень. У подальшому лише три–чотири з них зберігаються та дають початок основним парам носових раковин – верхній, середній і нижній (Som et al. 2013). Під кожною раковиною формується відповідний носовий хід, який забезпечує анатомічне сполучення носової порожнини з придатковими навколососовими пазухами. Тому, упродовж 13–28-го тижнів внутрішньоутробного розвитку загальні контури носових раковин уже сформовані, хоча процес їх остаточного росту та окостеніння триває й у подальші періоди постнатального розвитку (Bingham et al. 1991).

Вомероназальний орган (VNO). VNO у людини на ранніх етапах ембріогенезу закладається з медіальної частини нюхової плакоти, подібно до більшості ссавців. Перші зачатки VNO у вигляді парних епітеліальних потовщень слизової оболонки носової перегородки з'являються на 33–36-ту добу гестації (Smith, Bhatnagar 2000). Упродовж 37–43-ї доби ці потовщення інвагінують та фор-

мують трубчасту структуру, яка характеризується наявністю сенсорної епітеліальної зони по медіальному краю та війчастого епітелію по латеральному. Подальший розвиток VNO у людини супроводжується прогресивною редукцією його функціональних компонентів. Уже на 12–14-му тижнях гестації відзначається масова загибель сенсорних нейронів VNO з їх подальшим заміщенням псевдобагатошаровим війчастим епітелієм. До кінця II триместру внутрішньоутробного розвитку орган зберігає лише рудиментарну трубчасту структуру, позбавлену стабільних функціональних зв'язків із центральною нервовою системою. Сміт та співавтори наголошують, що ембріональний VNO людини є гомологом відповідних структур інших ссавців, однак у процесі розвитку він втрачає рецепторні клітини та нервові волокна, трансформуючись у нефункціональний рудимент (Smith, Bhatnagar 2001).

На відміну від людини та вищих приматів, у більшості мишоподібних ссавців VNO продовжує активну диференціацію у постнатальному періоді. У цих видів орган характеризується чіткою стратифікацією апікальних і базальних популяцій сенсорних нейронів, що експресують рецептори родин V1R і V2R, аксони яких сполучаються з додатковою нюховою цибулиною (Salazar, Sánchez-Quinteiro 2009). У людини додаткова нюхова цибулина відсутня, а генетичний апарат вомероназальної системи зазнав істотної редукції, що зумовлює втрату функціональної активності VNO. Більшість генів, що кодують рецептори родин V1R та V2R, також перебувають у стані псевдогенів (Witt et al. 2006). Ці дані свідчать про втрату селективного тиску на феромонну систему в ході еволюції вищих приматів і про генетично зумовлену редукцію VNO. З функціонально-еволюційної точки зору редукція VNO у людини пов'язується з переходом до візуально та вербально орієнтованих форм соціальної комунікації, що супроводжувалося зниженням ролі хемо-сенсорних сигналів у регуляції поведінки (Smith, Bhatnagar 2001). Морфологічним підтвердженням цього є відсутність у новонароджених додаткової нюхової цибулини та відповідних нервових трактів, а також відсутність поведінкових реакцій, характерних для видів із функціонально активною феромонною системою.

Нюхові цибулини (OB). Роstralна частина переднього мозку, яка надалі диференціюється у нюхові структури, стає морфологічно помітною вже на 7–8-му тижні внутрішньоутробного розвитку. OB закладається первинно як периферичне потовщення, так званий «примордій» нюхових

цибулин, у безпосередній близькості до вхідних аксонів OSN. У пренатальному розвитку людських OB спостерігається, що ріст аксонів OSN у передній мозок передуює формуванню морфологічно повноцінної цибулини. Контакт аксона з потовщенням кінцевого відділу мозку індукуює подальший морфогенез OB. Це явище відоме як аксонотропна індукція, за якою периферичні аксони стимулюють проліферацію, диференціацію клітин субвентрикулярної зони кінцевого мозку та ламінарність OB (Huart et al. 2013). Шари нюхової цибулини починають диференціюватися від її периферії. Першим формується зовнішній волокнистий шар, далі гломерулярний та мітральний.

Гломерулярний шар OB є спеціалізованою зоною нейропіля, де терміналі аксонів OSN формують синаптичні контакти з дендритами мітральних та пучкових клітин. Розвиток цього шару відбувається детерміновано та ієрархічно, із чіткою послідовністю морфогенетичних етапів: аксональна інвазія периферії OB (7–8-й тижні гестації), синаптогенез (9–12-й тижні), стратифікація та диференціація (13–22-й тижні), дозрівання і функціональна спеціалізація (23-й тиждень – народження) (Sarnat, Flores-Sarnat 2019). Формування гломерулярного шару ініціюється вrostанням перших аксонів OSN до вентролатеральної поверхні кінцевого мозку (рис. 2). Контакт аксона з мезенхімою та нейроепітелієм стимулює локальну проліферацію клітин-попередників, що забезпечує підготовку субстрату для подальшої організації шару (рис. 2). На цьому етапі окремі гломерули ще не сформовані; спостерігається лише дифузне переплетення аксонів на поверхні OB.

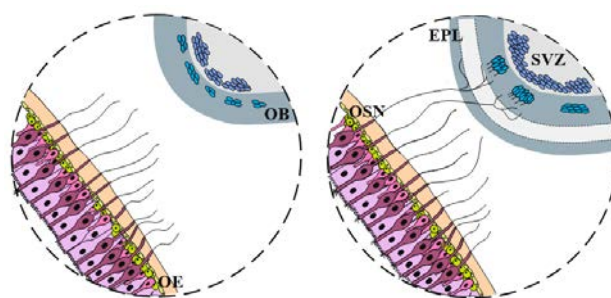


Рис. 2. Схема раннього морфогенезу нюхових цибулин людини: OE – нюховий епітелій, OB – нюхова цибулина, OSN – нейросенсорні клітини, EPL – зовнішній волокнистий шар, SVZ – субвентрикулярна зона кінцевого мозку.

Fig. 2. Schematic representation of the early morphogenesis of the human olfactory bulbs: OE – olfactory epithelium, OB – olfactory bulb, OSN – olfactory sensory neurons, EPL – external piliferous layer, SVZ – subventricular zone of the telencephalon.

Період синаптогенезу характеризується виокремленням гломерулярного шару та формуванням перших структур – протогломерул (Рис. 3). Приблизно на 9–10-му тижні аксони організовуються у компактні кулясті скупчення, одночасно з міграцією перигломерулярних інтернейронів із субвентрикулярної зони. На 10–11-му тижні спостерігається експресія синаптичних білків (синаптофізину, SNAP-25), що свідчить про початок формування функціональних синапсів (Sarnat 2023). На 13–22-й тижні гломерулярний шар набуває класичної гістологічної структури. Гломерули чітко відокремлюються одна від одної гліальними клітинами та тілами перигломерулярних нейронів (Рис. 3). Зовнішній шар обмежений волокнистим шаром нюхових нервів, а зсередини – зовнішнім плексиформним шаром. Дендрити мітральних клітин проникають у гломерули, формуючи конфігурацію «один нейрон – одна гломерула», хоча відомо що, на ранніх етапах один нейрон може контактувати з кількома гломерулами.

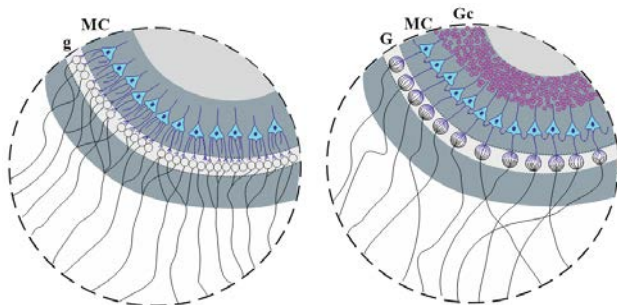


Рис. 3. Схема формування протогломерул та дефінітивної цитоархітекτονіки шарів нюхових цибулин: MC – мітральні клітини, g – протогломерули, G – гломерули, Gc – гранулярні клітини.

Fig. 3. Schematic representation of the formation of protoglomeruli and the definitive cytoarchitectonics of the olfactory bulb layers: MC – mitral cells, g – protoglomeruli, G – glomeruli, Gc – granular cells.

На 23-й тиждень і до народження спостерігається збільшення об'єму гломерул та їхнього діаметра (Sarnat 2019). До 25–28-го тижня гломерулярний шар стає найбільш морфологічно вираженим серед усіх шарів ОБ. Формується точна хемотопічна карта, де аксони рецепторів, що експресують один тип нюхових рецепторів, конвергують до визначених гломерул. Хоча синаптична щільність продовжує зростати у постнатальному періоді, до 38–40-го тижня гестації гломерулярний шар вже має завершену цитоархітекτονіку, готову до обробки хімічних стимулів. Окремі ділянки майбутніх гломерул можна ідентифіку-

вати імуногістохімічно ще до того, як вони стають помітними за допомогою звичайного гістологічного фарбування. Гістологічно гломерули забарвлюються гематоксиліном та еозином з 18 тижня (Sarnat 2019).

Мітральний шар. Мітральний шар ОБ є одним із ключових функціональних шарів, що містить тіла мітральних нейронів, які є другим нейроном нюхового шляху та отримують аференти від гломерул передаючи сигнали до нюхових ядер мозку. Мітральні нейрони закладаються у вентральній стінці шлуночка кінцевого мозку. На ранніх стадіях закладки ОБ (9–11 тижні) нейробласти активно мігрують радіально до периферії цибулини. У цей період тіла майбутніх мітральних нейронів розташовані дисперсно в проміжній зоні, вони ще не утворюють чіткого шару, а їхня морфологічна конфігурація залишається розпорошеною та недиференційованою.

Приблизно на 10–11 тижні гестації починає візуалізуватися скупчення великих пірамідальних або трикутних клітин, що значно перевищують навколишні інтернейрони за розміром (Chuah et al. 1987). Формування мітрального пов'язане з появою перших гломерул. У період з 15 по 22 тиждень розвитку відбувається активна диференціація: мітральні клітини випускають первинні дендрити назустріч аксонам нюхового нерва (Sarnat et al. 2016). У точках їхнього контакту формуються перші дрібні гломерули. Кожна мітральна клітина «закріплюється» за відповідною гломерулою, що сприяє впорядкуванню їхніх тіл в один шар (Рис. 3). В результаті таких змін мітральний шар займає положення під зовнішнім плексиформним шаром (Рис. 3).

Гранулярний шар. Гранулярний шар є найтовстішим шаром ОБ, що складається переважно з ГАМК-ергічних інтернейронів (клітин-зерен) (Bédard, Parent 2004). Ці клітини позбавлені аксонів і здійснюють модуляцію сигналу через дендро-дендритичні контакти з мітральними нейронами. На відміну від мітральних клітин, що закладаються рано, основна маса клітин гранулярного шару походить із субвентрикулярної зони (SVZ) навколо нюхового шлуночка (продовження бічних шлуночків мозку). Ближче до 12-го тижня навколо шлуночка починає накопичуватися щільна маса дрібних клітин, що формують гранулярний шар. Нейробласти мігрують від стінок шлуночка до периферії цибулини вздовж відростків радіальної глії. Приблизно на 14–16-му тижні між мітральним та гранулярним шарами з'являється внутрішній плексиформ-

ний шар. Це розділення є критичним моментом гістогенезу, що завершує формування базової цитоархітекτονіки ОВ. Клітини-зерна організовуються в характерні групи або «ланцюжки», розділені волокнами білої речовини (аксонами мітральних клітин, що прямують до нюхового тракту). Гранулярний шар характеризується найбільш тривалим періодом розвитку серед усіх структур ОВ.

У людини протягом третього триместру нюховий шлуночок зазвичай звужується і зникає (облітерує), залишаючи по собі так звану «вентрикулярну зону» або центральне ядро з гліальних клітин, навколо якого і залягає гранулярний шар. Важливою особливістю є те, що гранулярний шар оновлюється навіть після народження. Поповнення новими нейронами, що мігрують із SVZ головного мозку (ростральний міграційний шлях), триває про-

тягом перших років життя, а за деякими даними – і в дорослому віці (Sarnat et al. 2024).

З 23-го тижня внутрішня цитоархітектоніка нюхової цибулини вважається загалом сформованою, проте процеси міграції та дозрівання окремих нейробластів тривають. Остаточне завершення синаптогенезу та структурування гранулярного шару відбуваються на 38–40 тижні, що відповідає дорослій морфофункціональній організації (Sarnat 2023). Характерною особливістю розвитку ОВ є гетерохронія дозрівання: мітральний шар на момент народження вже має чітко диференційовані компоненти, тоді як глибокі структури (зокрема гранулярний шар) можуть зберігати ознаки незрілості. Активна мієлінізація провідних шляхів нюхового тракту розпочинається переважно після народження, що корелює з остаточним становленням нюхової функції в постнатальному періоді.

Таблиця 1. Основні морфологічні зміни периферичного та центрального відділу нюхового аналізатора людини в ембріональний (стадії Карнегі) та фетальний періоди (з 9 тижня)

Table 1. Main morphological transformations of the peripheral and central olfactory system during the embryonic (Carnegie stages) and fetal (from week 9) periods in humans

Стадія/ доба, тиж	Структура	Основні морфологічні процеси	Автор(-и) (рік)
Периферичний відділ			
CS12–14; 26–32 доба	Нюхові плакоти	На латеральних поверхнях фронтоназального відростка з'являються парні нюхові плакоти в результаті потовщення поверхневої ектодерми. Плакотний епітелій характеризується високою проліферативною активністю, індукція якої пов'язана з сигналами клітин кінцевого мозку.	Bossy (1980) Yamada et al. (2010) Müller & O'Rahilly (2010) Fleury (2022)
CS15; 33 доба	Нюхові ямки	Нюхові плакоти інвагінують, в результаті чого утворюються нюхові ямки, обмежені медіальними та латеральними носовими відростками. Епітелій ямок диференціюється у псевдобагатошаровий нейроепітелій – попередник нюхового епітелію.	Kim et al. (2004) Müller & O'Rahilly (2010) Fleury (2022)
CS16 – 18; 37–44 доба	Нюхові мішки	Нюхові ямки поглиблюючись перетворюються на первинні нюхові мішки. Тонка ороназальна (буконазальна) мембрана відокремлює первинну носову та ротову порожнини.	Müller & O'Rahilly (2010) Fleury (2022)
	Первинні хоани	Вентральний розрив ороназальної мембрани призводить до утворення первинних хоан. Формується буконазальна борозна, дно носової порожнини ще не сформоване.	Kim et al. (2004) Som et al. (2013)
	Первинна носова порожнина	Відбувається повне злиття буконазальної борозни. Отвори носових мішків змінюють форму внаслідок вентролатерального росту медіальних носових відростків; унаслідок активного росту верхньощелепних відростків носові мішки зміщуються медіально. Формується носослізна борозна. У нюховому епітелії з'являються нюхові рецепторні клітини.	Warbrick (1960) Som et al. (2013) Fleury (2022)
	Первинне піднебіння	Формується з інтермаксиларного сегмента (кулясті відростки Гіса) внаслідок злиття медіальних носових відростків; відокремлюється первинна носова та ротова порожнини.	Som et al. (2013) Fleury (2022)
	Носова перегородка (мезенхімна стадія)	Мезенхімна носова перегородка росте каудально поступово розділяючи носову порожнину на ліву і праву половини. Хоани розташовані на піднебінні перед кишенею Ратке (виріст гіпофіза).	Müller & O'Rahilly (2004) Steding et al. (2010)

CS15–19; 33–47 доба	Вомерона-зальний орган (орган Якобсона)	В медіальній стінці нюхових ямок формується вомероназальний нейроепітелій (вомероназальна борозна), з якого розвивається трубкоподібний вомероназальний орган.	Müller & O’Rahilly (2010) Bhatnagar, Smith (2000) Bhatnagar, Smith (2001)
CS17; 41 доба	Вторинне піднебіння	Піднебінні відростки верхньощелепних відростків ростуть медіально, зливаються між собою та з носовою перегородкою, повністю відмежовуючи носову й ротову порожнини. Утворюються остаточні (вторинні) хоани що відкриваються у носоглотку. Порожнина зовнішніх ніздрів заповнена «епітеліальними пробками».	Som et al. (2013) Steding et al. (2010)
CS22–23; 54 – 56 доба	Носова перегородка (хрящова стадія)	Мезенхіма перегородки замінюється на хрящову тканину; формуються парасептальні хрящі, що стабілізують архітекtonіку носової порожнини.	O’Rahilly & Müller, (2010) Steding et al. (2010)
CS23; 56 доба	Носові раковини	На латеральних стінках носової порожнини формуються валики, з яких розвивається верхня, середня та нижня носові раковини. Верхня частина порожнини вкрита нюховим епітелієм, а нижня – респіраторним.	Kumoi et al. (1993) Neskey et al. (2009) O’Rahilly & Müller, (2010)
CS23; 56 доба 8 тиж	Носові ходи	Відбувається остаточне формування верхнього, середнього та нижнього носових ходів; встановлюється просторове розмежування нюхової та повітряносної зон.	
10–12 тиж	Приносіві пазухи	Розвиток приносівих пазух як вип’ячування слизової оболонки носової порожнини, більшість з них функціонально дозрівають після народження.	
12–14 тиж	Вомерона-зальний орган (орган Якобсона)	Редукція клітин нейроепітеліальної вистилки.	Bhatnagar, Smith (2000) Bhatnagar, Smith (2001) Som et al. (2013)
13–15 тиж	Зовнішні ніздрі	Зникають «епітеліальні пробки» зовнішніх ніздрів носової порожнини.	Warbrick (1960) O’Rahilly & Müller, (2004) Som et al. (2013)
16–28 тиж	Носові ходи та носові раковини	Носові ходи повністю відкриті, формується присінок носа. Завершення формування носових раковин з подальшим скостенінням.	O’Rahilly & Müller, (2010) Som et al. (2013)
Центральний відділ			
CS18; 44 доба	Зачаток нюхових цибулин	В ростральній частині кінцевого мозку ідентифікується парне потовщення, без ознак ламінарності. Нейробласти активно мігрують із субвентрикулярної зони кінцевого мозку.	Müller, O’Rahilly (2004) Sarnat (2016)
CS19; 47 доба	Нюхові нерви	Розпочинається активний аксоногенез – аксони нюхових рецепторних клітин ростуть у напрямку кінцевого мозку та індукують аксонотропне формування нюхових цибулин.	Müller, F., O’Rahilly, R. (2010) Sarnat (2016)
CS19–23; 47–56 доба	Первинні нюхові цибулини	Зачаток збільшується в об’ємі, набуває куполоподібної форми, аферентні волокна нюхових рецепторних клітин утворюють зовнішній волокнистий шар. Розпочинається гломерулогенез.	Müller, F., O’Rahilly, R. (2010) Sarnat (2016)
CS20–21; 50–52 доба	Нюховий тракт	Каудальна частина зачатка нюхових цибулин витягується формуючи тонкий тракт. Нюхові цибулини і тракт стають анатомічно безперервною структурою. Закладається передне нюхове ядро.	Müller, F., O’Rahilly, R. (2010) Sarnat (2016)
9–12 тиж	Нюхові цибулини	Початок утворення шарів нюхових цибулин. Формуються перші дрібні гломерули.	Sarnat (2016) Sarnat (2023)
15–22 тиж		Активний гломерулогенез – аксони нюхових рецепторних клітин групуються і формують гломерули. Мігрують та дозрівають мітральні клітини формується внутрішній плексиформний шар.	Sarnat et al. (2024)
23–28 тиж		Нюхові цибулини мають чітку ламінарність та всі основні шари. Повна функціональна зрілість досягається постнатально.	

Висновки

Коректне визначення ембріонального віку та стадії розвитку є важливою умовою для морфологічних досліджень пренатального розвитку людини. Найбільш точним є інтегративний підхід, що поєднує зовнішні та внутрішні морфологічні ознаки, лінійні параметри ембріона та термін розвитку у добах. Така методологія дозволяє враховувати індивідуальну мінливість темпів ембріонального розвитку і сприяє стандартизації досліджень, зокрема при вивченні структури нюхового аналізатора.

Периферичний відділ представлений нюховим епітелієм, що закладається і диференціюється з нюхових плакод. Центральний відділ – нюхові цибулини, формуються під впливом аксонотропної індукції рецепторних клітин нюхового епітелію і розвиваються асинхронно відносно периферичного відділу. Вомероназальний орган як додаткова нюхова система активно розвивається лише в ембріональний період та зазнає редукції у плодовий період. Становлення нюхового аналізатора тісно пов'язане з краніофціальним морфогенезом та процесами цефалізації впродовж внутрішньоутробного розвитку.

- BÉDARD, A., PARENT, A. (2004) Evidence of newly generated neurons in the human olfactory bulb. *Developmental Brain Research*, 151(1–2), 159–168.
- BHATNAGAR, K.P., SMITH, T.D. (2001) The human vomeronasal organ. III. Postnatal development from infancy to the ninth decade. *Journal of Anatomy*, 199(3), 289–302. <https://doi.org/10.1017/S002187820100851X>
- BINGHAM, B., WANG, R.G.HAWKE, M.KWOK P. (1991) The embryonic development of the lateral nasal wall from 8 to 24 weeks. *The Laryngoscope*, 101(9), 992–997. <https://doi.org/10.1288/00005537-199109000-00011>
- BLAAS, H.-G., EIK-NES, S.H., BREMNES, J.B. (1998) The growth of the human embryo: A longitudinal biometric assessment from 7 to 12 weeks of gestation. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 12(5), 346–354.
- BOSSY, J. (1980) Development of olfactory and related structures in staged human embryos. *Anatomy and Embryology*, 161, 225–236. <https://doi.org/10.1007/BF00305346>
- BRICKER, R.L., BHASKAR, U., TITONE, R., CARLESS, M.A., BARBERI, T. (2022) A molecular analysis of neural olfactory placode differentiation in human pluripotent stem cells. *Stem Cells and Development*, 31(17–18), 507–520. <https://doi.org/10.1089/scd.2021.0257>
- CHEN, B., KIM, E.-H., XU, P.-X. (2009) Initiation of olfactory placode development and neurogenesis is blocked in mice lacking both Six1 and Six4. *Developmental Biology*, 326(1), 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2008.10.039>
- CHO, H.J., SHAN, Y., WHITTINGTON, N.C., WRAY, S. (2019) Nasal placode development, GnRH neuronal migration and Kallmann syndrome. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 7, 121. <https://doi.org/10.3389/fcell.2019.00121>
- CHUAH, M.I., ZHENG, D.R. (1987) Olfactory bulb development in the human fetus. *Journal of Comparative Neurology*, 263(3), 412–424.
- CROY, I., NORDIN, S., HUMMEL, T. (2014) Olfactory disorders and quality of life –An updated review. *Chemical Senses*, 39(3), 185–194.
- DICKEY, R.P., GASSER, R.F. (1993) Ultrasound evidence for variability in the size and development of normal human embryos before the tenth postinsemination week after assisted reproductive technologies. *Human Reproduction*, 8, 331–337.
- FLEURY, V. (2022) Dynamics of early stages of nose morphogenesis. *The European Physical Journal E*, 45(11), 93. <https://doi.org/10.1140/epje/s10189-022-00193-0>
- FLIERMAN, S., TIJSTERMAN, M., ROUSIAN, M., DE BAKKER, B.S. (2023) Discrepancies in embryonic staging: Towards a gold standard. *Life (Basel)*, 13(5), 1084. <https://doi.org/10.3390/life13051084>
- FOSTER, M., BALFOUR, F.M., SEDGWICK, A., HEAPE, W. (1883) The Elements of Embryology. Vol. 2: *The History of the Mammalian Embryo*. London: Macmillan & Co.
- GASSER, R.F., CORK, R.J., STILLWELL, B.J., MCWILLIAMS, D.T. (2014) Rebirth of human embryology. *Developmental Dynamics*, 243(5), 621–628. <https://doi.org/10.1002/dvdy.24110>
- HENKIN, R.I., LEVY, L.M. (2002) Functional MRI of congenital hyposmia: Brain activation to odors and imagination of odors and tastes. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 26(1), 39–61.
- HILL, M.A. (2018) Developing the digital Kyoto Collection in education and research. *The Anatomical Record*, 301, e-pub ahead of issue. <https://doi.org/10.1002/ar.23783>
- HILL, M.A. (2019) Two web resources linking major human embryology collections worldwide. *Cells Tissues Organs*, 205(5–6), 293–302. <https://doi.org/10.1159/000495619>
- HIS, W. (1868) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. *Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei*. Vogel, Leipzig.
- HUART, C., ROMBAUX, P., HUMMEL, T. (2013) Plasticity of the human olfactory system: the olfactory bulb. *Molecules*, 18(9), 11586–11600. <https://doi.org/10.3390/molecules180911586>
- KIM, C.-H., PARK, H.W., KIM, K., YOON, J.-H. (2004) Early development of the nose in human embryos: A stereomicroscopic and histologic analysis. *The*

- Laryngoscope*, 114(10), 1735–1740. <https://doi.org/10.1097/00005537-200410000-00022>
- KIM, K.H., PATEL, L., TOBET, S.A., KING, J.C., RUBIN, B.S., STOPA, E.G. (1999) Gonadotropin-releasing hormone immunoreactivity in the adult and fetal human olfactory system. *Brain Research*, 826(2), 220–229. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(99\)01271-8](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(99)01271-8)
- KIMURA, M., UMEHARA, T., UDAGAWA, J., KAWAUCHI, H., OTANI, H. (2009) Development of olfactory epithelium in the human fetus: Scanning electron microscopic observations. *Congenital Anomalies*, 49(3), 102–107. <https://doi.org/10.1111/j.1741-4520.2009.00233.x>
- KUMOI, T., NISHIMURA, Y., SHIOTA, K. (1993) The embryologic development of the human anterior nasal aperture. *Acta Oto-Laryngologica*, 113(1), 93–97.
- MARICIC, N., KHAVEH, N., MARHEINECKE, C., WALD, J., HELLUY, X., LIERMANN, D., ZAEHRES, H., BRAND-SABERI, B. (2019) The Hinrichsen Embryology Collection: Digitization of historical histological human embryonic slides and MRI of whole fetuses. *Cells Tissues Organs*, 207(1), 1–14. <https://doi.org/10.1159/000500018>
- MARKERT, M. (2020) Ethical aspects of human embryo collections: A historically grounded approach to the Blechschmidt Collection at the University of Göttingen. *Cells Tissues Organs*, 209(4–6), 189–199. <https://doi.org/10.1159/000513176>
- MIYAZAKI, R., MAKISHIMA, H., MÄNNER, J., SYDOW, H.G., UWABE, C., TAKAKUWA, T., VIEBAHN, C., YAMADA, S. (2018) Blechschmidt Collection: Revisiting specimens from a historical collection of serially sectioned human embryos and fetuses using modern imaging techniques. *Congenital Anomalies*, 58(5), 152–157. <https://doi.org/10.1111/cga.12261>
- MOORE, G.W., HUTCHINS, G.M., O'RAHILLY, R. (1981) The estimated age of staged human embryos and early fetuses. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 139(5), 500–506. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(81\)90507-X](https://doi.org/10.1016/0002-9378(81)90507-X)
- MÜLLER, F., O'RAHILLY, R. (1986) Wilhelm His and 100 years of human embryology. *Acta Anatomica*, 125, 73–75.
- MÜLLER, F., O'RAHILLY, R. (2004) Olfactory structures in staged human embryos. *Cells Tissues Organs*, 178(2), 93–116.
- NESKEY, D., ELOY, J.A., CASIANO, R.R. (2009) Nasal, septal, and turbinate anatomy and embryology. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 42(2), 193–205.
- NISHIMURA, H., TAKANO, K., TANIMURA, T., YASUDA, M. (1968) Normal and abnormal development of human embryos: First report of the analysis of 1,213 intact embryos. *Teratology*, 1, 281–290.
- O'RAHILLY, R., MÜLLER, F. (2000) Prenatal ages and stages: Measures and errors. *Teratology*, 61, 382–384. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9926\(200005\)61:5<382::AID-TERA10>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9926(200005)61:5<382::AID-TERA10>3.0.CO;2-5)
- O'RAHILLY, R., MÜLLER, F. (2010) Developmental stages in human embryos: Revised and new measurements. *Cells Tissues Organs*, 192(2), 73–84. <https://doi.org/10.1159/000289817>
- RICHARDSON, M.K., KEUCK, G. (2022) The revolutionary developmental biology of Wilhelm His, Sr. *Biological Reviews*, 97(3), 1131–1160. <https://doi.org/10.1111/brv.12834>
- SALAZAR, I., SÁNCHEZ-QUINTEIRO, P. (2009) The risk of extrapolation in neuroanatomy: The case of the mammalian vomeronasal system. *Frontiers in Neuroanatomy*, 3, 22. <https://doi.org/10.3389/neuro.05.022.2009>
- SARNAT, H.B. (2023) Sequences of synaptogenesis in the human fetal and neonatal brain by synaptophysin immunocytochemistry. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 17, 1105183. <https://doi.org/10.3389/fncel.2023.1105183>
- SARNAT, H.B., FLORES-SARNAT, L. (2019) Development of the human olfactory system. *Handbook of Clinical Neurology*, 164, 29–45. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63855-7.00003-4>
- SARNAT, H.B., FLORES-SARNAT, L. (2024) Embryology and clinical development of the human olfactory system. *Journal of Pediatric Neurology*, 22(1), 001–007.
- SARNAT, H.B., YU, W. (2016) Maturation and dysgenesis of the human olfactory bulb. *Brain Pathology*, 26(3), 301–318.
- SCHWARTING, G.A., WIERMAN, M.E., TOBET, S.A. (2007) Gonadotropin-releasing hormone neuronal migration. *Seminars in Reproductive Medicine*, 25(5), 305–312. <https://doi.org/10.1055/s-2007-984736>
- SHIOTA, K. (2018) Study of normal and abnormal prenatal development using the Kyoto Collection of Human Embryos. *The Anatomical Record*, 301(4), 695–706. <https://doi.org/10.1002/ar.23790>
- SHIOTA, K., FISCHER, B., NEUBERT, D. (1988) Variability in the development of human embryos. In: NEUBERT, D.; MERKER, H.-J.; HENDRICKX, A.G. (eds). *Non-human Primates: Developmental Biology and Toxicology*. Ueberreuter, Berlin, pp. 191–203.
- SMITH, T.D., BHATNAGAR, K.P. (2000) The human vomeronasal organ. Part II: Prenatal development. *Journal of Anatomy*, 197(3), 421–436. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2000.19730421.x>
- SOM, P.M., NAIDICH, T.P. (2013) Illustrated review of the embryology and development of the facial region. Part 1: Early face and lateral nasal cavities. *American Journal of Neuroradiology*, 34(12), 2233–2240. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3415>
- STEDING, G., JIAN, Y. (2010) The origin and early development of the nasal septum in human embryos. *Annals of Anatomy*, 192(2), 82–85.
- STREETER, G.L. (1942) Developmental horizons in human embryos. Description of age group XI, 13 to 20 somites, and age group XII, 21 to 29 somites. *Contributions to Embryology, Carnegie Institution of Washington*, 30, 211–245.

- SZABO-ROGERS, H.L., GEETHA-LOGANATHAN, P., NIMMAGADDA, S., FU, K.K., RICHMAN, J.M. (2008) FGF signals from the nasal pit are necessary for normal facial morphogenesis. *Developmental Biology*, 318(2), 289–302. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2008.03.027>
- WARBRICK, J.G. (1960) The early development of the nasal cavity and upper lip in the human embryo. *Journal of Anatomy*, 94(3), 351–359.
- WITT, M., WOŹNIAK, W. (2006) Structure and function of the vomeronasal organ. *Advances in Otorhinolaryngology*, 63, 70–83.
- YAMADA, S., SAMTANI, R.R., LEE, E.S., LOCKETT, E., UWABE, CH., SHIOTA, K., ANDERSON, S.A., LO, S.W. (2010) Developmental atlas of the early first trimester human embryo. *Developmental Dynamics*, 239(6), 1585–1595. <https://doi.org/10.1002/dvdy.22316>
- YAMAGUCHI, Y., YAMADA, S. (2018) The Kyoto Collection of human embryos and fetuses: History and recent advancements in modern methods. *Cells Tissues Organs*, 205(5–6), 314–319. <https://doi.org/10.1159/000490672>
- ZHU, X.-J., LIU, Y., YUAN, X., WANG, M., ZHAO, W., YANG, X., ZHANG, X., HSU, W., QIU, M., ZHANG, Z., ZHANG, Z. (2016) Ectodermal Wnt controls nasal pit morphogenesis through modulation of the BMP/FGF/JNK signaling axis. *Developmental Dynamics*, 245(3), 414–426. <https://doi.org/10.1002/dvdy.24376>

Дата першого надходження статті до видання: 02.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ОГЛЯД КОЛЕКЦІЇ МОЛЮСКІВ КЛАСУ GASTROPODA, ПІДКЛАСУ CAENO-GASTROPODA, РЯДУ NEOGASTROPODA (MOLLUSCA) МУЗЕЮ ПРИРОДИ ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Ірина МОСКАЛЕЦЬ

З 1989 року по теперішній час автором була проведена ревізія молюсків ряду Neogastropoda колекції Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Базова колекція була зібрана впродовж першої половини 19 сторіччя та активно поповнювалась впродовж другої половини 20-го та по теперішній час. Наразі географія зібраних мушель доволі широка та охоплює усі частини світу крім Антарктиди. У різні часи колекцію поповнювали Л. В. Корабельников, І. П. Москалець, І. П. Бондарев, О. М. Сумароков, О. Б. Фельдман. Є серед них доволі рідкісні зразки, такі як *Turbinella laffertii* Kilbura, 1975 та *Festilyria festiva* Lamarck, 1811 з Індійського океану (біля Сомалі), *Conus gloriamaris* Chemnitz, 1777 з Філіппінських островів та *Conus milneedwardsi* Jousseaume, 1894 з Індійського океану (Мозамбік). Анований список мушель молюсків класу Gastropoda, підкласу Caenogastropoda ряду Neogastropoda складає 36 родин, 212 родів, 602 видів, 2855 екземплярів.

Ключові слова: черевоні молюски, анований список, Україна, музейні колекції.

Музей природи, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, вул. Трінклера, 8, Харків, 61058, Україна; e-mail: imoskalets@gmail.com

Москалець І.: <https://orcid.org/0009-0009-7536-3205>

Review of the collection mollusk shells (Mollusca: Gastropoda), Subclass Caenogastropoda, order Neogastropoda, which deposited in Museum of Nature of V. N. Karazin Kharkiv National University

Moskalets I.

Since 1989 to the present, the author has conducted a revision of the mollusks of the order Neogastropoda of the collection of Museum of Nature of V. N. Karazin Kharkiv National University. The basic collection was assembled during the first half of the 19th century and was actively expanded during the second half of the 20th century and to the present day. Currently, the geography of collected shells is quite broad and covers all parts of the world except Antarctica. At different times, the collection was replenished by L. V. Korabelnikov, I. P. Moskalets, I. P. Bondarev, O. M. Sumarokov, O. B. Feldman. There are quite rare specimens among them, such as *Turbinella laffertii* Kilbura, 1975 and *Festilyria festiva* Lamarck, 1811 from Indian ocean (near Somalia), *Conus gloriamaris* Chemnitz, 1777 from Philippines and *Conus milneedwardsi* Jousseaume, 1894 from Indian ocean (Mozambique). The annotated checklist of gastropods mollusk shells consists of 36 families, 212 genera, 602 species, 2855 specimens from Subclass Caenogastropoda order Neogastropoda.

Key words: gastropods, annotated checklist, Ukraine, museum's collection.

Museum of Nature of V. N. Karazin Kharkiv National University, Trinkler Str., 8, Kharkiv, 61058, Ukraine; e-mail: imoskalets273@gmail.com

Moskalets I.: <https://orcid.org/0009-0009-7536-3205>

Вступ

З 1989 по теперішній час автором була проведена ревізія молюсків класу Gastropoda колекції Державного Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. За результатами у 2025 році була започаткована серія статей – анованих каталогів з метою надати інформаційний доступ до колекційних матеріалів що зберігаються у музеї фахівцям-малакологам та широкому загалу. Перша робота охоплювала 2 674

екземплярів 231 виду підкласів Patellogastropoda, Neritimorpha та Vetigastropoda (Moskalets 2025).

Ця робота присвячена огляду виключно ряду Neogastropoda, колекція яких поповнювалась із різноманітних джерел та наразі представлена зразками малакофауни з усього світу. А саме, впродовж чисельних експедицій директор Музею природи (1975–1988 рр.) Л. В. Корабельников зібрав та подарував музею мушлі з різних морів та океанів, а саме, Охотського та Японського морів

(1962 р.), Північного моря (1971 та 1977 рр.), акваторій поблизу Нової Зеландії (1967 р.) та Австралії (1966, 1967 та 1969 рр.), Атлантичного океану (поблизу Сенегалу у 1971 р.), Індійського океану (Бенгальська затока у 1974 р. та біля о. Мадагаскар у 1977 р.) та біля Південної Африки (1981 р.). У 1978 та 1979 роках та згодом з 1980 по 1983 року колектив музею за участю нинішнього директора Р. Е. Луначека організовував та проводив експедиції у Білому та Японському морях відповідно. Впродовж них було зібрано багато хребетних та безхребетних тварин, у тому числі і молюсків родин Muricidae та Buccinidae. Також, автором колекція була поповнена особистими зборами з Японського моря (1982–1983 рр.), В'єтнаму (2007 р.) та з півострову Крим (2010 р.). Під час експедиції у північні та далекосхідні моря у 1986 році старший науковий співробітник Інституту Південних морів к.б.н. І. П. Бондарев зібрав та подарував музею мушлі родини Buccinidae, а також цінні зразки з родини Muricidae з Чорного моря у 2010 та 2012 роках. Невеличка кількість мушель зібраних на о. Куба у 1991 році була подарована музею д.б.н. О. М. Сумароковим. У 2004 році доцент кафедри зоології та екології тварин Харківського університету к.б.н. А. Ю. Утевський поповнив колекцію мушлею з підродина Muricinae зібраної у затоці Лапатайя (Аргентина). З 1998 року по теперішній час багато мушель гарної якості у тому числі рідкісних було отримано в дар від колекціонера, мецената, депутата Верховної Ради О. Б. Фельдмана. Географія подарованих мушель доволі широка та охоплює усі частини світу, крім Антарктиди. Є серед них доволі рідкісні зразки, такі як *Turbinella laffertii* Kilbura, 1975 та *Festilyria festiva* Lamarck, 1811 з Індійського океану (біля Сомалі), *Conus gloriamaris* Chemnitz, 1777 з Філіппінських островів та *Conus milneedwardsi* Jousseaume, 1894 з Індійського океану (Мозамбик).

Матеріали і методи

У каталог увійшли дані про молюсків ряду Neogastropoda – загалом 2855 екземплярів, що належать до 602 видів 212 родів з 36 родин.

Колекційний матеріал зберігається у вигляді мушель (без рідини-фіксатора), тобто визначення проводили тільки за зовнішніми ознаками мушель.

Для визначення видової належності були використані відповідні визначники (Abbott, Dance 2000; Anistratenko et al. 2011; Kantor, Sysoiev 2007; Cernohorsky, 1976; Goto, Poppe 1992; Houart 1992, 1994; Fraussen, Terryn 2007; Mallard et al. 1973; Walls, Jerry 1978; Wilson 1994). Назви

видів та система наведено згідно з «Revised classification,...» (Bouchet, Rocroi 2017).

У анотованому списку наведена тільки інформація яка вказана на етикетках. Більшість мушель мають оригінальну географічну етикетку, усі оздоблені визначними етикетками, інвентарними номерами та занесені до інвентарної книги Музею природи. У разі коли географічна етикетка відсутня в каталозі наведено тільки кількість екземплярів.

Прийняті скорочення: вдсх. – водосховище

гл. – глибина

екз. – екземпляр

м. – мис

о. – острів

р. – ріка

смт – селище міського типу

Результати та обговорення

Нижче наведений анотований каталог мушель молюсків класу Gastropoda, підкласу Caenogastropoda, ряду Neogastropoda – 36 родин, 212 родів, 602 вида, 2855 екземплярів.

Підклас Caenogastropoda Cox, 1960

Ряд Neogastropoda Wenz, 1938

Надродина Muricoidea Rafinesque, 1815

Родина Muricidae Rafinesque, 1815

Підродина Coralliophilinae Chenu, 1859

Babelomurex Coen, 1922

Babelomurex armatus (Sowerby, 1912): (1 екз.)

Філіппінські острови, 2012р. (від Фельдмана О. Б.).

Babelomurex basilium (Penna & Neme, 1978):

(1 екз.) Атлантичний океан, Бразилія, штат Санта-Катаріна, 2008 р., гл. 300–350 м (від Фельдмана О. Б.).

Babelomurex gemmatus (Shikama, 1966): (1 екз.)

Філіппінські острови.

Babelomurex japonicus (Dunker, 1882): (1 екз.)

Японія, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).

Babelomurex nakayasui (Shikama, 1970): (1 екз.)

Філіппінські острови, 2020 р. (від Фельдмана О. Б.).

Coralliophila H. Adams & A. Adams, 1853

Coralliophila erosa (Röding, 1798): (1 екз.).

Rapa Röding, 1758

Rapa bulbiformis Sowerby, 1870: (3 екз.) Індія, 1848 р.

Rapa rapa (Linnaeus, 1758): (1 екз.)

Філіппінські острови, Palawan, Koron Is., 2013 р. (від Бондарева І.П.).

Підродина Muricinae Rafinesque, 1815

Bolinus Pusch, 1837

Bolinus brandaris (Linnaeus, 1758): (19 екз.)

Середземне море, 1848 р.

Bolinus cornutus (Linnaeus, 1758): (1 екз.)

Атлантичний океан, західна Африка, 1883 р.

- Chicomurex* Arakawa, 1964
- Chicomurex laciniatus* (Sowerby, 1841): (1 екз.) Філіппінські острови, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicomurex superbus* (Sowerby, 1889): (1 екз.) Філіппінські острови, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicomurex venustus* (Rehder & Wilson, 1975): (1 екз.) Філіппінські острови, 2011 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus* Montfort, 1810
- Chicoreus aculeatus* Lamarck, 1822: (1 екз.) Філіппінські острови, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus asianus* Kuroda, 1942: (4 екз.) 1848 р.; (1 екз.) Південний В'єтнам, Н'я Чанг, 03.2007 р., придбаний у рибалок (від Москалець І. П.).
- Chicoreus banksii* (Sowerby, 1841): (1 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus bourguignate* (Poiret, 1883): (2 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. та 2010 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus brevifrons* (Lamarck, 1822): (2 екз.); (1 екз.) Бразилія, 1999 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus brunneus* (Link, 1807): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Австралія, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.); (2 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) Південний В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus capucinus* (Lamarck, 1822): (3 екз.), 1848 р.
- Chicoreus cornucervi* (Röding, 1758): (1 екз.) північно-західна Австралія, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus loebecki* (Kobelt, 1879): (1 екз.) Філіппінські острови, 2012 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus microphyllus* (Lamarck, 1822): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Chicoreus miyokoae* (Kosuge, 1979): (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
- Chicoreus nobilis* Shikama, 1977: (1 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus orchidiflorus* Shikama, 1973: (1 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus ramosus* (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Червоне море, 1970 р. (Лізогуб Н. Н.); (2 екз.) Філіппінські острови, 1996 та 2000 р.р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) там же, 1997 р. (Єременко В. І.); (4 екз.).
- Chicoreus rosarius* (Perry, 1811): (1 екз.) Філіппінські острови, 2007 р. (Єременко В. І.).
- Chicoreus rossiteri* (Crosse, 1872): (1 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus saharicus* (Locard, 1897): (1 екз.); (1 екз.) західна Африка, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus saulii* (Sowerby, 1841): (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Chicoreus torrefactus* (Sowerby, 1841): (5 екз.) 1848 р.; (1 екз.) Австралія, 1997 р. (від Єременко В. І.).
- Chicoreus virgineus* (Röding, 1758): (2 екз.) Червоне море, 1970 р. (Лізогуб Н. Н.); (1 екз.) Червоне море, 2014 р. (від Москалець І.П.).
- Haustellum* Schumacher, 1817
- Haustellum haustellum* Linnaeus, 1758: (7 екз.) Індійський океан, 1883 р.
- Hexaplex* Perry, 1810
- Hexaplex duplex* (Röding, 1758): (3 екз.) західна Африка, 1848 р.
- Hexaplex cichoreum* (Gmelin, 1791): (5 екз.) 1848 р.; (1 екз.) 2001 р. (від Лунячека Р.Е.).
- Hexaplex megacerus* (Sowerby, 1834): (1 екз.) Західна Африка, 2014 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Hexaplex rosarium* (Röding, 1758): (2 екз.) Індійський океан, 1996 р., 2014 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Hexaplex trunculus* Linnaeus, 1758: (8 екз.) Середземне море, 1848 р. та 1877 р.; (2 екз.) Адріатичне море, 1957 р.; (1 екз.) Адріатичне море, Югославія, біля міста Ульцин, 1978 р. (Макрідін).
- Hexaplex stainforthii* (Reeve, 1845): (2 екз.) Північна Австралія, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Hexaplex varius* (Sowerby, 1834): (1 екз.) Середземне море.
- Homalocantha* Mörch, 1852
- Homalocantha scorpio* Linnaeus, 1758: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Homalocantha secunda* (Lamarck, 1822): (1 екз.) 1848 р.; (1 екз.) Австралія, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Homalocantha zamboi* (Burch & Burch, 1960): (3 екз.) Філіппінські острови, 1998, 2000 та 2008 рр. (від Фельдмана О. Б.).
- Murex* Linnaeus, 1758
- Murex africanus* Pöder & Voker, 1988): (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Murex brevispina macgillivrayi* Dohrn, 1862: (1 екз.) північна Австралія, штат Квінсленд, 2005 р., сублітораль (від Фельдмана О. Б.).
- Murex carbonnieri* (Jousseaume, 1881): (1 екз.) Червоне море, Суецький канал, 05.1975 р. (Ступіцька).
- Murex forskoehlui* (Röding, 1758): (1 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).
- Murex pecten* Lightfoot, 1786: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р. (2 екз.) В'єтнам, 1996 та 2006 рр. (від Фельдмана О. Б.).
- Murex scolopax* Dillwyn, 1817: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р. (1 екз.) Філіппінські острови, 2004 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.)

Індійський океан, Оманська затока, 2010 р., на мілководді (Одужа О.).

Murex ternispina Lamarck, 1822: (1 екз.).

Murex trapa Röding, 1758: (15 екз.) Індійський океан, 1848 р. (1 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, Махабалипурам, 23.09.1974 р. (Корабельніков Л. В.); (3 екз.) В'єтнам, 1996 та 2006 рр. (від Фельдмана О. Б.); (21 екз.).

Murex troscheli Lischke, 1868: (1 екз.).

Muricanthus Swainson, 1840

Muricanthus radix (Gmelin, 1791): (1 екз.) 1848 р.

Naquetia Jousseaume, 1880

Naquetia annandalei (Preston, 1910): (1 екз.) Філіппінські острови, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Naquetia cumingii (A. Adams, 1853): (1 екз.).

Naquetia triqueter (Born, 1778): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р. (1 екз.) Індійський океан, Сейшельські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).

Phyllonotus Swainson, 1833

Phyllonotus erythrostomus (Swainson, 1831): (2 екз.) Тихий океан, Мексика, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).

Phyllonotus pomum Gmelin, 1791: (8 екз.) Карибське море, 1848 р.; (1 екз.) там же, 1996 р. (від Фельдмана О. Б.).

Phyllonotus regius Swainson, 1821: (1 екз.) Карибське море, 1848 р.

Pterochelus Jousseaume, 1880

Pterochelus acanthopterus (Lamarck, 1822): (1 екз.) Північна Австралія, 1998 р. (від Фельдмана О. Б.).

Pterynotus Swainson, 1833

Pterynotus alatus (Röding, 1758): (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Pterynotus aparrii D'Attilio & Bertsch, 1980: (1 екз.) Філіппінські острови, Mindanao, Talikud Is., 2020 р. (від Москадець І.П.).

Siratus Jousseaume, 1880

Siratus alabaster (Reeve, 1845): (1 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).

Siratus consuela (Verrill, 1950): (1 екз.) Карибське море, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Siratus perelegans (Vokes, 1965): (1 екз.) Карибське море.

Siratus pliciferoides (Kuroda, 1942): (1 екз.).

Vokesimurex Petuch, 1994

Vokesimurex cabriti (Bernardi, 1859): (1 екз.) Карибське море.

Vokesimurex chrisostoma (Soverby, 1834): (1 екз.) Карибське море, 1848 р.

Vokesimurex dolichourus (Ponder & Vokes, 1988): (1 екз.) Філіппінські острови, о. Сикхор, Enrique Villanulva, 2018 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vokesimurex kiiensis (Kira, 1959): (1 екз.) Філіппінські острови, 2001 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vokesimurex malabaricus (Smith, 1894): (1 екз.) Індонезія, 2021 р. (від Фельдмана О. Б.).

Підродина *Ocenebrinae* Cossmann, 1903

Acanthina Fischer von Waldheim, 1807

Acanthina monodon (Pallas, 1774): (1 екз.).

Eupleura H. Adams & A. Adams, 1853

Eupleura tampaensis (Conrad, 1846): (1 екз.) Карибське море, Флорида, Chocologoskee, мулястий пісок, 2007 р. (від Фельдмана О. Б.).

Jaton Pusch, 1837

Jaton decussatus (Gmelin, 1791): (1 екз.) Атлантичний океан, Ангола (від Фельдмана О. Б.).

Nipponotrophon Kuroda & Habe, 1971

Nipponotrophon gordon (Dall, 1913): (1 екз.) Японія, південна частина о. Хонсю, 2020 р., гл. 250 м (від Фельдмана О. Б.).

Nucella Röding, 1798

Nucella freycineti (Deshayes, 1841): (11 екз.) о. Кунашир, 15.08.1974 р. (секція аквалангистів ХІІІ).

Nucella freycineti alabaster Pilsbry, 1902: (1 екз.) Японія, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Nucella heyseana (Dunker, 1882): (26 екз.) Японське море, 1974 р.; (20 екз.) о. Шикотан, 1969 р. (секція аквалангистів ХІІІ); (41 екз.) Японське море, о. Попова, 1982 р. (експедиція Музею природи).

Nucella heyseana var. *elongata* Golikov et Kussakin, 1962: (1 екз.) о. Шикотан, 1969 р. (Перевалов); (9 екз.) о. Сахалін.

Nucella lapillus (Linnaeus, 1767): (4 екз.) 1848 р.

Nucella lima (Gmelin, 1791): (1 екз.) о. Кунашир, 15.08.1974 р. (секція аквалангистів ХІІІ).

Ocenebra Leach, 1847

Ocenebra erinacea (Linnaeus, 1758): (8 екз.) Європа, 1848 р.

Ocenebrellus Jousseaume, 1880

Ocenebrellus inornatus (Recluz, 1851): (2 екз.) Японське море, затока Пос'єта, 2006 р., гл. 6–7 м (від Єременко В. І.); Японське море, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Trophon Montfort, 1810

Trophon geversianus (Pallas, 1774): (1 екз.) Аргентина, Вогняна Земля, Lapataia Bay, 24.03.2004 р. (Утевський А. Ю.); (1 екз.) південь Чілі, 2012 р. (від Фельдмана О. Б.).

Trophon geversianus var. *acordonates* Castellanos, 1993: (1 екз.) Аргентина, Pr. Tierra del Fuego, Punta María, 35 km S. Rio Grande (від Фельдмана О. Б.).

Trophon geversianus var. *lamellosa* Castellanos, 1993: (1 екз.) Аргентина, Pr. Chubut, Peninsula de Valdes, Golfo San Jose, Playa Larralde, 6 m (від Фельдмана О. Б.).

Підродина Pagodulinae Barco, Schiaparelli, Houart & Oliverio, 2012

Boreotrophon Fischer, 1884

Boreotrophon candelabrum (Reeve, 1847): (2 екз.) о. Сахалін; (2 екз.) Японське море, 1982 р. (експедиція Музею природи); (1 екз.) Японське море, затока Посьета, 2006 р. (Єременко В. І.).

Trophonopsis Bucquoy & Dautzenberg, 1882

Trophonopsis breviata (Jeffreys, 1882): (1 екз.) Чорне море, 2010 р., гл. 100 м (Бондарев І. П.).

Підродина Rapaninae Gray, 1853

Concholepas Lamarck, 1801

Concholepas concholepas (Bruguiere, 1792): (1 екз.) Чілі, IV Region of Coquimbo, Los Vilos, гл. 10–20 м, на камені, 2020 р. (від Фельдмана О. Б.).

Dicathais Macpherson & Gabriel, 1962

Dicathais orbita (Gmelin, 1791): (1 екз.).

Drupa Röding, 1798

Drupa morum (Röding, 1798): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) 2020 р. (від Фельдмана О. Б.).

Drupina Dall, 1923

Drupina grossularia (Röding, 1798): (1 екз.) Філіппінські острови, 2020 р. (від Фельдмана О. Б.).

Indothais Claremont, Vermeij, Williams & Reid, 2013

Indothais sacellum (Gmelin, 1791): (1 екз.).

Mancinella Link, 1807

Mancinella alouina (Röding, 1798): (3 екз.) 1848 р. У “Систематичному каталозі” (Sistematischeskij ... 1854) цей екземпляр був наведений як “*Purpura*

kammereri Kryn.” під порядковим номером 318, та вважався типовим екземпляром, але опис цього виду нами не був знайдений, скоріше за все не існує, та може вважатися *nomen nudum*. Впродовж ревізії він був перевизначений автором як *Mancinella alouina* (Röding) (Рис. 1, 2); (1 екз.) В’єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.).

Mancinella armigera Link, 1807: (1 екз.) 1848 р.

Menathais Iredale, 1937

Menathais tuberosa (Röding, 1798): (4 екз.) 1848 р.; (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).

Nassa Röding, 1798

Nassa francolinus (Bruguiere, 1789): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Nassa sarta (Bruguiere, 1789): (2 екз.) 1848 р.

Neorapana Cooke, 1918

Neorapana tuberculata (Sowerby, 1835): (5 екз.).

Plicopurpura Cossmann, 1903

Plicopurpura patula (Linnaeus, 1758): (5 екз.) Атлантичний океан, 1848 р. (2 екз.) Карибське море, о. Куба, 1968–1973 рр., на березі (Бочкарьова Н.); (1 екз.) о. Куба, Гавана, 1979 р. (Акуленко); (10 екз.) о. Куба, 18 км NE Гавани, 1991 р., на березі (Сумароков О. М.).

Purpura Bruguiere, 1789

Purpura bufo Lamarck, 1822: (2 екз.) 1848 р.

Purpura panama (Röding, 1798): (8 екз.) Карибське море; (1 екз.) там же, 2004 р. (від Фельдмана О. Б.).

Rapana Schumacher, 1817

Rapana rapiformis Born, 1778: (3 екз.) Індійський океан, 1830 р.; (1 екз.) Червоне море, 2002 р., на мілководді (Ковальчук А.Ф.).



НАЗВАННЯ ПРЕДМЕТОВЪ.		67
№	число екземплярів	
315	<i>Purpura callifera</i> . Lm.	1
316	— <i>rustica</i> . Lm.	4
317	— <i>nucleus</i> . Lm. — Мадагаскаръ.	1
318	— <i>kammereri</i> . Kryn.	2
319	<i>Pterocera chiragra</i> . Lm. — Инд. Океанъ.	10
320	— <i>lambis</i> . Lm. — Инд. Океанъ.	22
321	— <i>millepoda</i> . Lm. — Инд. Океанъ.	1
322	— <i>scorpio</i> . Lm. — Инд. Океанъ.	2
323	— <i>aurantia</i> . — Запад. Индия.	3
324	<i>Strombus gigas</i> . Lm. — Ант. Острова.	4
325	— <i>dilatatus</i> . Lm.	4
326	— <i>tricornis</i> . Lm. — Ант. Острова.	4
327	— <i>bituberculatus</i> . Lm. — Ант. Острова.	10

Рис. 1. *Purpura kammereri* Kryn. L 49,3 мм (Фото Ю. Гуглі)

Fig. 1. *Purpura kammereri* Kryn. L 49,3 мм (Foto by Yu. Guglya)

Рис. 2. Сторінка із каталогу І. А. Криницького 1854 р. Родина Muricidae (Фото Ю. Гуглі)

Fig. 2. I. A. Krynytsky's catalog page. Familia Muricidae (Foto by Yu. Guglya)

Rapana venosa (Valenciennes, 1846): (2 екз.) Японське море, доставлені під час навколосвітньої подорожі на кліпері «Гайдамака», 1877 р. (Савченко П.Н.); (2 екз.) Чорне море, м. Ай-Тодор, 15.08.1959 р., гл. 14 м. (Мурахвері О.М.); (1 екз.) Азовське море, біля Бердянська, 08.1965 р. (Рудаєва А.В.); (8 екз.) Чорне море, 1978–1981 рр. (5 екз.) Чорне море, смт Партеніт, 08.2010 р., гл. 8–10 м (Москалець І.П.); (1 екз.) Чорне море, бухта Ласпи, 2012 р. (Бондарев І.П.).

Ricinella Schumacher, 1817

Ricinella rubusidaeus (Röding, 1798): (2 екз.) Червоне море, 1848 р.

Semiricinula von Martens, 1879

Semiricinula nodosa (Hombron & Jacquinot, 1848): (2 екз.) Атлантичний океан, 1977 р.

Sistrum Montfort, 1810

Sistrum ricinus (Linnaeus, 1758): (6 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Тайланд, 2002 р. (від Фельдмана О. Б.).

Stramonita Schumacher, 1817

Stramonita haemastoma (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.; (1 екз.) Середземне море, 2011 р. (від Фельдмана О. Б.).

Stramonita haemastoma floridana (Conrad, 1837): (3 екз.) Карибське море.

Thaisella Clench, 1947

Thaisella chocolata (Duclos, 1832): (1 екз.).

Thaisella coronata (Lamarck, 1819): (1 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.

Trochia Swainson, 1840

Trochia cingulata (Linnaeus, 1771): (2 екз.) 1848 р.

Tylothais Houart, 1937

Tylothais savignyi (Deshayes, 1844): (2 екз.) Червоне море, 2002 р., на мілководді (Ковальчук А.Ф.).

Tylothais virgata (Dillwyn, 1817): (6 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Підродина Muricidae incertae sedis

Vitularia Swainson, 1840

Vitularia selebrosa (King, 1832): (1 екз.) Тихий океан, Мексика, штат Колима, біля міста Мансанільо, лагуна Teralcates, 2020 р., гл. 1–2 м (від Фельдмана О. Б.).

Надродина Buccinoidea Rafinesque, 1815

Родина Austrosiphonidae Cotton & Goldfrey, 1938

Penion Fischer, 1884

Penion chathamensis (Power, 1938): (1 екз.) Нова Зеландія, 1998 р. (від Фельдмана О. Б.).

Родина Babyloniidae Kuroda, Habe & Oyama, 1971

Babylonia Schüter, 1832

Babylonia areolata (Link, 1807): (2 екз.) Китай, 1830 р.

Babylonia feicheni Shikama, 1973: (1 екз.)

Babylonia lutosa (Lamarck, 1819): (1 екз.).

Babylonia spirata (Linnaeus, 1758): (8 екз.) о. Цейлон, 1848 р.; (4 екз.) Індійський океан.

Babylonia zeylanica (Bruguere, 1789): (1 екз.) Індійський океан.

Родина Buccinanopsidae Galindo, Puillandre, Lozouet & Bouchet, 2016

Buccinanops d'Orbigny, 1841

Buccinanops monilifer (Kiener, 1834): (1 екз.) Аргентина, Буенос-Айрес, 2014 р. гл. 30 м (від Фельдмана О. Б.).

Родина Buccinidae Rafinesque, 1815

Ancistrolepis Dall, 1895

Ancistrolepis vietnamensis Sirenko & Goryachev, 1990: (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Aulacofusus Dall, 1918

Aulacofusus brevicauda (Deshayes, 1832): (1 екз.) Курильські о-ви, 2008 р., гл. 180 м (Бондарев І. П.).

Buccinum Linnaeus, 1758

Buccinum baerii (Middendorff, 1848): (1 екз.) Курильські о-ви, 2005 р., гл. 150 м (від Фельдмана О. Б.).

Buccinum bayani Yousseau, 1883: (1 екз.) Японське море, 1986 р., гл. 120 м (Бондарев І. П.).

Buccinum cyaneum Bruguere, 1789: (2 екз.) Баренцево море, смт Дальні Зеленці. 1963 р., на мілководді; (3 екз.) Біле море, о. Середній, 1979 р. (експедиція Музею природи).

Buccinum crenatum Golikov & Gulbin, 1977: (1 екз.) Курильські о-ви, 1986 р., гл. 60 м (Бондарев І. П.).

Buccinum middendorffi Vercruzen, 1882: (3 екз.) Охотське море, о. Кунашир, 1962 р. (Корабельніков Л.В.); (3 екз.) Охотське море, о. Сахалін, Анівська затока, 15.06.1989 р. (Сумароков О. М.).

Buccinum ochotense Middendorff, 1848: (1 екз.) о. Сахалін.

Buccinum ochotense timessum Bartsch, 1980: (1 екз.) Японське море, 1980 р. (експедиція Музею природи).

Buccinum osagawai Habe & Ito, 1968: (4 екз.) о. Сахалін, південна частина.

Buccinum percrassum Dall, 1886: (1 екз.) Японське море, 1966 р.

Buccinum sakhalinense Dall, 1907: (20 екз.) Японське море, о. Сахалін, південна частина, 1969 р.

Buccinum undatum Linnaeus, 1758: (2 екз.) Європа, 1848 р.; (4 екз.) Північне море, 1971 р. (Корабельніков Л.В.); (2 екз.) Біле море, о. Середній, 1978 р. (експедиція Музею природи); (4 екз.) Біле море, Чупінська затока, 1982 р., гл. 5–20 м (Чумихайло Є. А.).

- Buccinum verkrüzeni* Kobelt, 1882: (8 екз.) о. Сахалін, Татарська протока, смт Антоново, 1969 р. (секція аквалангістів ХГУ); (6 екз.) Японське море, 1983р. (Москлець І. П.); (1 екз.) Охотське море, гл. 160 м (від Фельдмана О. Б.).
Lussivolutopsius Kantor, 1983
Lussivolutopsius emphalicus Dall, 1891: (1 екз.) Курильські о-ви, 1986 р. (Бондарев І. П.).
Neancistrolepis Habe & Sato, 1973
Neancistrolepis beringianus (Dall, 1919): (1 екз.) Охотське море, 1986 р., гл. 140 м (Бондарев І. П.).
Neoberingius Habe & Ito, 1965
Neoberingius frielei (Dall, 1895): (1 екз.) Охотське море, 1986 р., гл. 120 м (Бондарев І. П.).
Neptunea Röding, 1798
Neptunea arthritica (Valenciennes, 1858): (9 екз.) о. Сахалін, Татарська протока, смт Антоново, 1969 р. (секція аквалангістів ХГУ); (12 екз.) Японське море, 1983 р. (експедиція Музею природи).
Neptunea bulbacea (Valenciennes, 1858): (2 екз.) Японське море, о. Сахалін, південна частина, 1969 р.
Neptunea despecta (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Європа, 1848 р.; (1 екз.) Баренцево море, смт Дальні Зеленці, 1963 р.; (6 екз.) Біле море.
Neptunea eulimata (Dall, 1907): (1 екз.) Японське море, о. Сахалін, південна частина, 08.1962 р. (Корабельніков Л. В., Дукіна В. В.); (1 екз.) Охотське море, 1986 р., гл. 150 м (Бондарев І. П.).
Neptunea lamellosa Golikov, 1962: (1 екз.) Курильські о-ви, 1986 р., гл. 200 м (Бондарев І. П.).
Neptunea lyrata (Gmelin, 1791): (1 екз.) о. Сахалін, Татарська протока, смт Антоново, 1969 р. (секція аквалангістів ХГУ); (1 екз.) Японське море, о. Попова, 1980 р. (Черніков В. Ф.); (1 екз.) Японське море, 1983 р. (експедиція Музею природи); (1 екз.) Японське море, 1885 р., гл. 60 м (Москлець І. П.); (1 екз.) Охотське море, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
Neptunea ossaecata Fraussen & Terry, 2007: (1 екз.) Беренгове море, 1986 р., гл. 100 м (Бондарев І. П.).
Neptunea polycostata Scarlato, 1955: (2 екз.) Японське море, 1977 р. (Огуль Р.А.); (1 екз.) Курильські о-ви, 1986 р., гл. 90 м (Бондарев І. П.).
Neptunea rugosa Golikov, 1962: (1 екз.) Курильські о-ви, 1986 р., гл. 50 м (Бондарев І. П.).
Neptunea tuberculata (Yokoyama, 1929): (1 екз.) Охотське море, 1986р., гл. 50м (Бондарев І. П.); (1 екз.) Охотське море, о. Сахалін, Анівська затока, 15.06.1989 р. (Сумароков О. М.).
Neptunea varicifera (Dall, 1907): (1 екз.) Охотське море, 1986 р., гл. 140 м (Бондарев І. П.).
Neptunea vladivostokensis (Bartch, 1929): (4 екз.) Японське море, о. Попова, 1983 р. (експедиція Музею природи); (1 екз.) там же (Москалець І. П.); (1 екз.) Охотське море, 1986 р. (Бондарев І. П.).
Plicifusus Dall, 1918
Plicifusus kroyeri (Müller, 1842): (1 екз.) Японське море, 1966 р.; (1 екз.) Північне море, 1977 р. (Корабельніков Л. В.); (1 екз.) Охотське море, 1986 р., гл. 160 м (Бондарев І. П.); (1 екз.) Охотське море, 2021 р.
Pseudolimesus Habe & Sato, 1973
Pseudolimesus ooides (Middendorff, 1848): (2 екз.) Охотське море, Курильські о-ви.
Volutharpa Fischer, 1856
Volutharpa ampullacea (Middendorff, 1848): (1 екз.) Охотське море.
Родина Colidae Gray, 1857
Colus Röding, 1857
Colus islandicus (Mohr, 1786): (4 екз.) Північне море, 1971 р. (Корабельніков Л. В.).
Родина Colubrariidae Dall, 1904
Colubraria Schumacher, 1817
Colubraria obscura (Reeve, 1844): (1 екз.) Карибське море, Флоріда, 2010 р. (від Фельдмана О. Б.).
Colubraria nitidula (Sowerby, 1833): (1 екз.).
Родина Columbelloidea Swainson, 1840
Astyris H. Adams & A. Adams, 1853
Astyris lunata (Say, 1826): (75 екз.) Карибське море, о. Ява, 1848 р.
Columbella Lamarck, 1799
Columbella mercatoria (Linnaeus, 1758): (16 екз.) Карибське море, Антильські о-ви, 1848 р.; (46 екз.) Карибське море, о. Куба, 1968–1973 рр., на березі (Бочкарьова Н.); (46 екз.) Карибське море.
Columbella rustica (Linnaeus, 1758): (10 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.; (4 екз.) Середземне море.
Columbella rusticoidea Heilprin, 1886: (11 екз.) Карибське море.
Родина Cominellidae Gray, 1857
Cominella Gray, 1850
Cominella nassoides otakanica Power, 1949: (1 екз.) Нова Зеландія, Північний Острів, 1967 р., гл. 150 м (Корабельніков Л. В.).
Mitrella Risso, 1826
Mitrella ocellata Gmelin, 1791: (7 екз.) Карибське море, о. Ява, 1848 р.
Nitidella Swainson, 1840
Nitidella laevigata (Linnaeus, 1758): (31 екз.) Карибське море, 1848 р.

- Nitidella nitida* (Lamarck, 1822): (87 екз.) Карибське море, Антильські о-ви, 1848 р.; (10 екз.) Карибське море.
- Parametaria* Dall, 1916
- Parametaria epamella* (Duclos, 1840): (4 екз.).
- Parvanachis* Radwin, 1968
- Parvanachis pygmaea* (Sowerby, 1832): (13 екз.) Карибське море.
- Pictocolumbella* Habe, 1945
- Pictocolumbella ocellata* (Link, 1807): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Pyrene* Röding, 1798
- Pyrene obtusa* (Sowerby, 1832): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Pyrene punctata* (Bruguere, 1789): (14 екз.) Індійський океан, східна Африка, 1848 р.
- Pyrene splendidula* (Sowerby, 1832): (1 екз.) Філіппінські острови, 2010 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Родина Fasciolaridae** Gray, 1853
- Apertifusus* Vermeij & Lyons, 2012
- Apertifusus frenguelli* (Carcelles, 1953): (1 екз.) Атлантичний океан, Аргентина, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Artyxis* Troschel, 1868
- Artyxis syracusana* (Linnaeus, 1758): (1 екз.) Середземне море, Європа, 1848 р.
- Cinctura* Hollister, 1957
- Cinctura branhamae* (Render & Abbott, 1951): (2 екз.) Карибське море, 1848 р.
- Fasciolaria* Lamarck, 1799
- Fasciolaria tulipa* Linnaeus, 1758: (12 екз.) Антильські острови, 1848 р.; (2 екз.) Карибське море, о. Куба, 1968–1973 рр., на березі (Бочкарьова Н. В.).
- Filifusus* Snyder, Vermeij & Lyons, 2012
- Filifusus filamentosus* (Röding, 1798): (6 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Fusinus* Rafinesque, 1815
- Fusinus colus* (Linnaeus, 1758): (1 екз.); (2 екз.) В'єтнам, 1996 та 2006 рр. (від Фельдмана О. Б.).
- Fusinus forceps* (Perry, 1811): (1 екз.)
- Fusinus longissimus* (Gmelin, 1791) : (1 екз.) 1848 р.; (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Fusolatirus* Kuroda & Habe, 1971
- Fusolatirus balicasagensis* (Bozzetti, 1997): (1 екз.).
- Latirolagena* Harris, 1897
- Latirolagena smaragdulus* (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан, Африка, 1848 р.
- Latirus* Montfort, 1810
- Latirus barclayi* (Reeve, 1848): (1 екз.) Австралія.
- Latirus gibbulus* (Gmelin, 1791): (2 екз.) 1848 р.
- Latirus polygonus* (Gmelin, 1791): (2 екз.) Індія, 1848 р.
- Lugubrilaria* Snyder, Vermeij & Lyons, 2012
- Lugubrilaria lugubris* (A. Adams & Reeve, 1847): (1 екз.).
- Lyonsifusus* Vermeij & Snyder, 2018
- Lyonsifusus ansatus* (Gmelin, 1791): (2 екз.) Карибське море.
- Marmofusus* Snyder & Lyons, 2012
- Marmofusus nicobaricus* (Röding, 1798): (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Marmofusus polygonoides* (Lamarck, 1822): (3 екз.) Червоне море, 1970 р., на березі (Лізогуб Н. Н.); (3 екз.) Червоне море, 2002 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).
- Marmofusus tuberculatus* (Lamarck, 1822): (3 екз.) Індія, 1848 р.
- Opeastoma* Berry, 1958
- Opeastoma pseudodon* (Burrow, 1815): (1 екз.) Тихий океан, Мексика, 2012 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Peristernia* Mörch, 1852
- Peristernia forskalii* (Tapparone – Canefri, 1875): (1 екз.) Індійський океан, Аденська затока, 2010 р., гл. 40 м (від Фельдмана О. Б.).
- Peristernia nassatula* (Lamarck, 1822): (2 екз.) 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Pleuroploca* Fischer, 1884
- Pleuroploca trapezium* (Linnaeus, 1758): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Polygona* Schumacher, 1817
- Polygona filosa* (Schubert & Wagner, 1829): (1 екз.) Західна Африка, 2011 р. (від Фельдмана О. Б.); (2 екз.).
- Polygona infundibulum* (Gmelin, 1791): (2 екз.) Карибське море, 1830 р.
- Propefusus* Iredale, 1924
- Propefusus australis* (Quoy & Gaimard, 1833): (4 екз.) Австралія, затока Карпентарія, 1969 р. (Корабельніков Л.В.).
- Sinistralia* H. Adams & A. Adams, 1853
- Sinistralia maroccensis* (Gmelin, 1791): (4 екз.) Карибське море, Антильські острови, 1848 р.
- Triplofusus* Olsson & Harbison, 1953
- Triplofusus giganteus* (Kiener, 1840): (1 екз.) Карибське море.
- Triplofusus princeps* (Sowerby, 1825): (1 екз.) Карибське море.
- Родина Nassariidae** Iredale, 1916
- Anentome* Cossmann, 1901
- Anentome helena* (von dem Busch, 1847): (25 екз.) з культури, 2020 р. (Дрогваленко О.М.).
- Antillophos* Woodring, 1928

- Antillophos grateloupianus* (Petit de la Saussaye, 1853): (1 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1971 р. (Корабельніков Л. В.).
- Bullia* Gray, 1833
- Bullia digitalis* (Dillwyn, 1817): (1 екз.) Африка, 1848 р.
- Bullia globulosum* (Kiener, 1834): (1 екз.) Аргентина, 2014 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Bullia mauritiana* Gray, 1839: (4 екз.) південна Африка, м. Доброї Надії, 2015 р., на березі (Фельдман О. Б.).
- Bullia sendersi* Kilburn, 1978: (1 екз.) Кенія.
- Bullia tenuis* Reeve, 1846: (1 екз.) південна Африка, 1848 р.
- Bullia tranquebarica* (Röding, 1798): (4 екз.) Аравійське море, 1848 р.
- Bullia vittata* (Linnaeus, 1758): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Cyllene* Gray, 1834
- Cyllene lamarcki* Chernohorsky, 1975: (1 екз.) Атлантичний океан, Сенегал.
- Demoulia* Gray, 1838
- Demoulia obtusata* (Link, 1807): (1 екз.) Африка.
- Nassaria* Link, 1807
- Nassaria acuminata* (Reeve, 1844): (2 екз.) Індійський океан, Аденська затока, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Nassaria coromandelica* Smith, 1894: (1 екз.).
- Nassaria recurva* Sowerby, 1859: (1 екз.).
- Nassarius* Dumeril, 1805
- Nassarius albescens* (Dunker, 1846): (1 екз.).
- Nassarius arcularis* (Linnaeus, 1758): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius arcularis plicatus* (Röding, 1798): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius bellulus* (Adams, 1852): (1 екз.) Філіппінські острови, 2020 р. (від Москалець І. П.).
- Nassarius castus* (Gould, 1850): (5 екз.).
- Nassarius coronatus* (Bruguiere, 1789): (2 екз.) Індійський океан, східна Африка, о. Мадагаскар, 1977 р. (Корабельніков Л. В.).
- Nassarius crenatus* (Hinds, 1844): (1 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 2007 р., отриманий від рибалок (від Москалець І. П.).
- Nassarius crenoliratus* (Adams, 1852): (1 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 2007 р., отриманий від рибалок (від Москалець І. П.).
- Nassarius crenulatus* (Bruguiere, 1789): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius deshayesianus* (Issel, 1866): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius desmouloides* Sowerby, 1903: (1 екз.) південна Африка, порт Альфред, 2021 р., гл. 100 м (від Фельдмана О. Б.).
- Nassarius dorsatus* (Röding, 1798): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius elegantissimus* Shuto, 1969): (1 екз.) Філіппінські острови, 2020 р. (від Москалець І. П.).
- Nassarius frederici* (Mellvill & Stanen, 1901): (4 екз.) Індія, 2021 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Nassarius glans* (Linnaeus, 1758): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius jacksonianus* (Quoy & Gaimard, 1833): (1 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 03.2007 р., отриманий від рибалок (від Москалець І. П.).
- Nassarius livescens* (Philippi, 1849): (2 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 2007 р., отримані від рибалок (від Москалець І. П.).
- Nassarius olivaceus* (Bruguiere, 1789): (1 екз.) 1848 р.
- Nassarius miga* (Bruguiere, 1789): (3 екз.) Африка, 1848 р.
- Nassarius papillosum* (Linnaeus, 1758): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nassarius quadrasi* (Hidalgo, 1904): (3 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 2007 р., отримані від рибалок (від Фельдмана О. Б.).
- Nassarius succinetus* (Adams, 1852): (2 екз.) В'єтнам, 2020 р., отримані від рибалок (від Москалець І. П.).
- Nassarius variciferus* (Adams, 1852): (2 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 2020 р., отримані від рибалок (від Москалець І. П.).
- Nassarius vincetus* (Marrat, 1877): (1 екз.) південна Африка, 1848 р.
- Naytia* H. Adams & A. Adams, 1853
- Naytia granulosa* (Lamarck, 1822): (1 екз.) західна Африка, Гана.
- Oligohalinophila* Neiber & Glaubrecht, 2019
- Oligohalinophila dorri* (Watterbled, 1886): (2 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 03.2007 р., отримані від рибалок (від Москалець І. П.); (6 екз.) там же, 2020 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Phos* Montfort, 1810
- Phos muriculatus* Sowerby, 1859: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Phos roseatus* Hinds, 1844: (3 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Phos senticosus* (Linnaeus, 1758): (2 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Tritia* Risso, 1826
- Tritia mutabilis* (Linnaeus, 1758): (10 екз.) Середземне море, 1848 р.
- Tritia lima* (Dillwyn, 1817): (1 екз.) Середземне море.
- Tritia pellucida* Risso, 1826: (1 екз.) Чорне море, узбережжя Кара-Дага, 1965 р. (Якушенко

Б. М.); (33 екз.) Чорне море, північне передмістя Мангалії, Сатурн, 22.07.1986 р., на березі (Жолудь Т. П.); (101 екз.) Чорне море, 1963 р.

Tritia reticulata (Linnaeus, 1758): (6 екз.) Європа, 1848 р.; (45 екз.) Чорне море, 1961 р., на березі (Колодько К. М.); (1 екз.) Чорне море, Севастополь, 1965 р. (Якушенко Б. М.); (7 екз.) Середземне море; (24 екз.) Чорне море; (1 екз.) Атлантичний океан, Португалія, Algarve Faro, Doca de Recreio, 06.2010 р., на мілководді (Шатровський О. Г.).

Родина Pisanidae Gray, 1857

Cantharus Röding, 1798

Cantharus erytostoma (Reeve, 1846): (1 екз.) Індонезія, 2011 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cantharus fumosa (Dillwyn, 1817): (1 екз.) Філіппінські острови, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cantharus melanostoma (Sowerby, 1825): (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cantharus traquebaricus (Gmelin, 1791): (1 екз.) південно-східна Азія, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.); (2 екз.) південно-східна Азія.

Cantharus undosa (Linnaeus, 1758): (1 екз.) пів-острів Малакка, 1848 р.; (3 екз.) південно-східна Азія.

Engina Gray, 1839

Engina mendicaria (Linnaeus, 1758): (2 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Engina spica Melvill & Standen, 1895: (1 екз.) Філіппінські острови, 1985 р. (від Бондарева І. П.).

Pisania Bivone e Bernardi, 1832

Pisania pusio Linnaeus, 1758): (5 екз.) Карибське море, 1848 р.

Polia Gray, 1834

Polia wagneri (Anton, 1839): (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Родина Prodotidae Kantor, Fedosov, Kosyan, Puillandre, Sorokin, Kano, Clark & Bouchet, 2021

Clivipollia Iredale, 1929

Clivipollia pulchra (Reeve, 1846): (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Родина Prosiphonidae Powel, 1951

Austrofuscus Kobelt, 1879

Austrofuscus glans (Röding, 1798): (2 екз.) Нова Зеландія, Південний Острів, 03.11.1967 р. (Корабельніков Л. В.); (1 екз.) там же, 23.09.1974 р. (Корабельніков Л. В.); (1 екз.) Нова Зеландія, 2008 р., гл. 100 м (від Фельдмана О. Б.).

Neobuccinum Smit, 1879

Neobuccinum eatoni (Smith, 1875): (1 екз.) 2005 р. (Бондарев І. П.).

Надродина Turbinelloidea Swainson, 1835

Родина Costellariidae MacDonald, 1860

Vexillum Röding, 1791

Vexillum cingulatum (Lamarck, 1822): (2 екз.) Індійський океан.

Vexillum citrinum (Gmelin, 1874): (2 екз.) Філіппінські острови, 1997 р. та 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vexillum coccineum (Reeve, 1844): (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vexillum curviliratum (Sowerby, 1874): (1 екз.) південний В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vexillum exasperatum (Gmelin, 1871): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (2 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 03.2007 р., отримані від риба-лок (від Москалець І.П.).

Vexillum formosense (Sowerby, 1889): (2 екз.) Філіппінські острови, 2007 р. (від Єременко В.І.).

Vexillum intermedium (Kiener, 1838): (2 екз.) 1848 р.

Vexillum lyratum (Lamarck, 1822): (1 екз.) Австралія, Тиморське море, риф Ашмор, 1967 р. (Корабельніков Л. В.).

Vexillum melongena (Lamarck, 1822): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Vexillum plicarium (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.; Філіппінські острови, 2001 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vexillum rugosum (Gmelin, 1871): (6 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Vexillum sanguisuga (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Vexillum subdivisum (Gmelin, 1871): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Vexillum taeniatum (Lamarck, 1811): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Vexillum unifasciatum (Wood, 1828): (1 екз.) Індійський океан, 1965 р. (Гринштейн Р. А.).

Vexillum vulpecula (Linnaeus, 1758): (5 екз.) Індійський океан, Азія, 1848 р.; (1 екз.) Австралія, Тиморське море, риф Ашмор, 1967 р. (Корабельніков Л. В.).

Родина Columbariidae Finlay, 1926

Coluzea Finlay, 1926

Coluzea radialis (Watson, 1882): (9 екз.) пів-денна Африка, 1981 р. (Корабельніков Л. В.).

Родина Tudicidae Cossmann, 1901

Euthria Gray, 1850

Euthria cornea (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Північне море, 1833 р.

Tudicla Röding, 1798

Tudicla spirillus (Linnaeus, 1767): (4 екз.) Індійський океан.

Родина Turbinellidae Swainson, 1835
Syrinx Röding, 1798
Syrinx aruana (Linnaeus, 1758): (6 екз.) північна Австралія.
Turbinella Lamarck, 1811
Turbinella angulata (Lightfoot, 1786): (3 екз.) Карибське море.
Turbinella laffertii Kilbura, 1975: (1 екз.) Індійський океан, Мозамбік, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
Turbinella pyrum (Linnaeus, 1758): (5 екз.) Індійський океан, 1884 р.; (1 екз.) Індійський океан.
Родина Vasidae H. Adams & A. Adams, 1853
Globivasum Abbott, 1950
Globivasum capitellum (Linnaeus, 1758): (2 екз.) 1848 р.
Vasum Röding, 1798
Vasum ceramicum (Linnaeus, 1758): (1 екз.) Індонезія, Молукські острови, 1848 р.; (1 екз.) Індонезія (від Фельдмана О. Б.).
Vasum turbinellus (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан; (8 екз.) там же, 1877 р.; (1 екз.) Індійський океан, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Volutella Perry, 1810
Volutella muricata (Born, 1778): (3 екз.) Карибське море, Антильські острови, 1848 р.
Надродина Olivoidea Latreille, 1825
Родина Ancillariidae Swainson, 1840
Amalda H. Adams & A. Adams, 1853
Amalda hinomotoensis (Yokoyama, 1922): (1 екз.)
Amalda tamillata (Hinds, 1843): (1 екз.) південний В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Amalda tankervillei (Swainson, 1825): (1 екз.) Карибське море.
Ancilla Lamarck, 1799
Ancilla chrysoma Kilburn, 1981: (1 екз.).
Ancilla cinnatomea Lamarck, 1801: (1 екз.) Індійський океан, південна Індія, 2020 р.
Ancillista Iredale, 1936
Ancillista velesiana Iredale, 1936: (1 екз.) Австралія, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).
Anolacia Gray, 1857
Anolacia mauritiana (Sowerby, 1830): (8 екз.).
Eburna Lamarck, 1801
Eburna glabrata (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Карибське море, 1848 р.; (1 екз.) Карибське море, Венесуела, 2011 р. (від Фельдмана О. Б.).
Eburna lienardii Bernardi, 1821: (1 екз.) Бразилія.
Родина Bellolividae Kantor, Fedosov, Puillandre, Bonillo & Bouchet, 2017
Jaspidella Olsson, 1956

Jaspidella jaspidea (Gmelin, 1791) (2 екз.) Карибське море, о. Куба, 1968–1973 pp., на березі (Бочкарьова Н. В.).
Родина Olividae Latreille, 1825
Agaronia Gray, 1839
Agaronia acuminata (Lamarck, 1811): (4 екз.) Африка, 1848 р.
Agaronia gibbosa (Born, 1778): (18 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (17 екз.) Індійський океан.
Agaronia hiatula (Gmelin, 1791): (6 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.
Felicioliva Petuch & Berschauer, 2017
Felicioliva peruviana (Lamarck, 1811): (4 екз.) Перу.
Oliva Bruguiere, 1789
Oliva annulata (Gmelin, 1791): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva amethystiana (Röding, 1798): (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
Oliva bulbosa (Röding, 1798): (13 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (6 екз.) Червоне море.
Oliva caerulea (Röding, 1798): (8 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva carneola (Gmelin, 1791): (33 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva elegans Lamarck, 1811: (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Oliva flammulata (Lamarck, 1811): (3 екз.) Африка, 1848 р.
Oliva fulgurator (Röding, 1798): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva glandiformis Marrat, 1871: (1 екз.) Африка, 1848 р.
Oliva guttata Fischer von Waldheim, 1808: (7 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva irisans (Lamarck, 1811): (5 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva incrassata (Lightfoot, 1786): (1 екз.) Перу.
Oliva lignaria fordii (Johnson, 1910): (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Oliva macleaya Duclos, 1840: (1 екз.) Індійський океан.
Oliva miniacea (Röding, 1798): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) 1984 р. (Макурін); (3 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
Oliva mustellina (Lamarck, 1811): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
Oliva oliva (Linnaeus, 1758): (94 екз.) Індійський океан, 1848 р.

- Oliva porphyria* (Linnaeus, 1758): (3 екз.) Південна Америка, 1848 р.
- Oliva reticularis* (Lamarck, 1810): (28 екз.) Карибське море, 1848 р.; (1 екз.) Карибське море, о. Куба (Антонов).
- Oliva reticulata* (Röding, 1798): (10 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (2 екз.) Індонезія, о. Калімантан, 1990 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
- Oliva reticulata azona* Dautzenberg, 1927: (1 екз.) В'єтнам.
- Oliva sayana* Ravenel, 1834: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.;
- Oliva sericea* (Röding, 1798): (1 екз.).
- Oliva tigrina* Lamarck, 1811: (10 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (2 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
- Oliva tremulina* Lamarck, 1811: (16 екз.) Індійський океан, 1877 р.; (2 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
- Oliva tricolor* Lamarck, 1811: (12 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Oliva venulata* Lamarck, 1811: (7 екз.) Карибське море, 1848 р.; (1 екз.) Карибське море.
- Oliva vidua* (Röding, 1798): (15 екз.) Індійський океан, східна Індія, 1848 р.; (2 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).
- Oliva vidua cincta* Dautzenburg, 1927: (7 екз.) Австралія, 1877 р.
- Olivancillaria* d'Orbigny, 1841
- Olivancillaria urceus* (Röding, 1798): (4 екз.) Бразилія.
- Olivella* Swainson, 1831
- Olivella floralia* (Duclos, 1853): (20 екз.) Карибське море.
- Olivella gracilis* (Broderip & Sowerby, 1829): (2 екз.) Карибське море.
- Olivella minuta* (Link, 1807): (150 екз.) Карибське море, 1848 р.
- Надродина Volutoidea** Rafinesque, 1815
- Родина Cancellariidae** Forbes & Hanley, 1851
- Admete* Müller, 1842
- Admete viridula* (Fabricius, 1780): (4 екз.) північні моря, 1848 – 1877 рр.
- Bivetiella* Wenz, 1943
- Bivetiella similis* (Sowerby, 1833): (1 екз.) Середземне море.
- Cancellaria* Lamarck, 1799
- Cancellaria lyrata* Adams & Reeve, 1850: (1 екз.) Атлантичний океан, Сенегал (від Москалець І. П.).
- Cancellaria reticulata* (Linnaeus, 1767): (1 екз.) Атлантичний океан.
- Scalptia* Jousseaume, 1887
- Scalptia mercadoi* Old, 1968: (1 екз.) Філіппінські острови, Bohol, Balicasag Is., 2015 р., гл. 60–80 m, tangle nets (від Москалець І. П.).
- Scalptia scalarina* (Lamarck, 1822): (1 екз.) В'єтнам, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Родина Cystiscidae** Stimpson, 1865
- Gibberula* Swainson, 1840
- Gibberula miliaria* (Linnaeus, 1758): (42 екз.) Середземне море, 1848 р.
- Gibberula punctillum* Gogas & Fernandes, 1988: (2 екз.) Гвінейська затока, Сан-Томе острови, 1992 р., на мілководді, на водоростях (від Фельдмана О. Б.).
- Persicula* Schumacher, 1817
- Persicula blanda* (Hinds, 1844): (1 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 2002 р.
- Persicula cingulata* (Dillwyn, 1817): (3 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.; (1 екз.) Сенегал, 1998 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Persicula cornea* (Lamarck, 1822): (1 екз.) Індійський океан.
- Persicula interruptolineata* (Mühlfeld, 1816): (3 екз.) Карибське море, 1848 р.
- Persicula persicula* (Linnaeus, 1758): (4 екз.) західна Африка, 1848 р.
- Persicula tessellata* (Lamarck, 1822): (2 екз.) Карибське море, 1848 р.
- Persicula weberi* Olsson & McGinty, 1958: (2 екз.) Карибське море, Панама, Bocas del Toro, 1994 р., гл. 6–9 м, песок (від Фельдмана О. Б.).
- Родина Marginellidae** Fleming, 1828
- Bullata* Jousseaume, 1875
- Bullata matthewsii* (Mol & Turch, 1967): (1 екз.) Бразилія.
- Cryptospira* Hinds, 1844
- Cryptospira strigata* (Dillwyn, 1817): (1 екз.).
- Dentimargo* Cossmann, 1899
- Dentimargo eburneola* (Conrad, 1834): (1 екз.) Карибське море, Флоріда, Key West, 2000 р., гл. 0,9–1,2 м, на водоростях (від Фельдмана О. Б.).
- Glabella* Swainson, 1840
- Glabella faba* (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.
- Marginella* Lamarck, 1799
- Marginella glabella* (Linnaeus, 1758): (5 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.
- Marginella helmatina* Rang, 1832: (2 екз.) Атлантичний океан, Африка.
- Marginella lamarcki* Boyer, 2004: (1 екз.) У «Систематичному каталозі... (1854 цей екземпляр був наведений як «*Marginella carnea* Ктуп.» під порядковим номером 529, та вважався типовим екземпляром, але опис цього виду нами не був знайдений, скоріше за все не існує, та може вважатися помен nudum. Впродовж ревізії був пере-

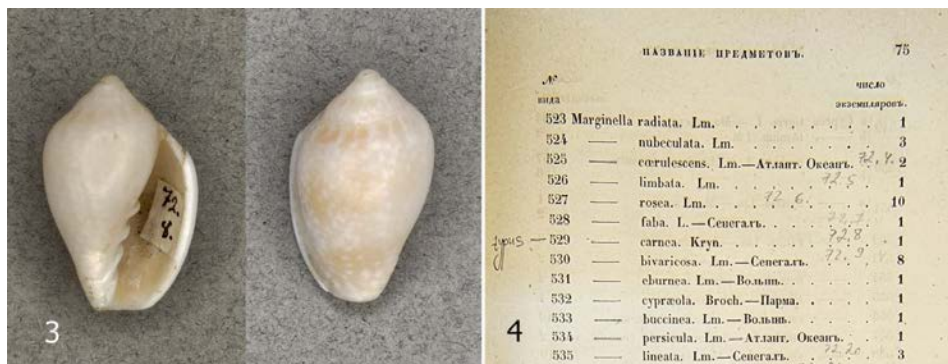


Рис. 3 *Marginella carnea* Kryn. L 23,2 мм (Фото Ю. Гуглі)

Fig. 3. *Marginella carnea* Kryn. L 23,2 мм (Foto by Yu. Guglya)

Рис. 4. Сторінка із каталогу І. А. Криницького 1854 р. Родина Marginellidae (Фото Ю. Гуглі)

Fig. 4. I. A. Krynytsky's catalog page. Familia Marginellidae (Foto by Yu. Guglya)

визначений автором як *Marginella lamarcki* Boyer (Рис. 3, 4).

Marginella limbata Lamarck, 1822: (2 екз.) Атлантичний океан, Африка.

Marginella nebulosa (Röding, 1798): (4 екз.) Африка, 1848 р.

Marginella petitti Duval, 1841: (1 екз.).

Marginella rosea Lamarck, 1822: (9 екз.) Африка, 1848 р.

Prunum Herrmannsen, 1852

Prunum amygdala (Kiener, 1841): (1 екз.).

Prunum guttatum (Dillwyn, 1817): (4 екз.) Карибське море, Флоріда; (5 екз.) Карибське море, о. Куба, 1968–1973 рр., на березі (Бочкарьова Н. В.).

Prunum monile (Linnaeus, 1758): (33 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.

Prunum marginatum (Born, 1778): (5 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.

Prunum prunum (Gmelin, 1791): (2 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.

Volvarina Hinds, 1844

Volvarina albolineata (d'Orbigny, 1842): (1 екз.) Карибське море, Багамські острови, о. Ельютера, східна частина, пісок, під каменем, 2019 р. (від Фельдмана О. Б.).

Volvarina exilis (Gmelin, 1791): (2 екз.) Атлантичний океан, Сенегал, 1848 р.

Родина Volutidae Rafinesque, 1815

Підродина Amoriinae Gray, 1857

Amoria Gray, 1855

Amoria exoptanda (Reeve, 1849): (1 екз.) південна Австралія, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Amoria praetexta (Reeve, 1849): (1 екз.) Австралія, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).

Amoria undulata (Lamarck, 1804): (2 екз.) північна Австралія, затока Карпентарія, 1969 р., риболовецький траулер "Ван Гог" (Соколов); (1 екз.) Австралія, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).

Amoria zebra (Leach, 1814): (1 екз.) Австралія, 2001 р. (від Єременко В.І.).

Cymbiola Swainson, 1831

Cymbiola aulica Sowerby, 1825: (2 екз.) Філіппінські острови, 1997 р., 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cymbiola cathartiae Reeve, 1856: (1 екз.) Філіппінські острови, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cymbiola imperialis (Lightfoot, 1786): (1 екз.) 1848 р.

Cymbiola imperialis var. *robinsona* (Burch, 1954): (1 екз.) Філіппінські острови, 2004 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cymbiola malayensis Doute & Bail, 2000: (1 екз.) о. Калімантан, 2005 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).

Cymbiola nivosa f. *slender* (Lamarck, 1804): (1 екз.).

Cymbiola nobilis (Lightfoot, 1786): (1 екз.) 1877 р.; (1 екз.) Тайвань, 1999 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cymbiola nobilis f. *dwarf* (Lightfoot, 1786): (1 екз.) 1848 р.

Cymbiola vespertilio (Linnaeus, 1758): (6 екз.) Індійський океан, 1877 р.; (15 екз.) Австралія, 1884 р.; (2 екз.) Філіппінські острови, 2002 р. (від Фельдмана О. Б.).

Cymbiola vespertilio pellisserpentis (Lamarck, 1811): (1 екз.).

- Cymbiolacca* Iredale, 1929
Cymbiolacca puchra (Soweby, 1825): (1 екз.) Північно-східна Австралія, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Melo Broderip, 1826
Melo aethiopicus (Linnaeus, 1758): (1 екз.).
Melo amphora (Lightfoot, 1786): (1 екз.) Східна Індія, 1876 р.; (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Melo broderipii (Gray, 1833): (1 екз.) 1848 р.
Melo georginae (Gray, 1833): (1 екз.) 1848 р.
Melo melo (Lightfoot, 1786): (8 екз.) Індійський океан, 1875 р.; (15 екз.).
Melo umbilicatus Broderip, 1826: (2 екз.) 1848 р.
Volutoconus Crosse, 1871
Volutoconus bednalli (Brazier, 1878): (1 екз.) Північна Австралія, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).
Підродина *Athletinae* Pilsbry & Olsson, 1954
Athleta Conrad, 1853
Athleta abyssicola (Adams & Reeve, 1848): (9 екз.) Атлантичний океан, південна Африка, 1981 р. (Корабельніков Л. В.).
Athleta lutosa (Koch, 1948): (3 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.; (29 екз.) Атлантичний океан, Південна Африка, 1981 р. (Корабельніков Л. В.); (1 екз.) там же, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Підродина *Calliotectinae* Pilsbry & Olsson, 1954
Neptuneopsis Sowerby, 1898
Neptuneopsis gilchristi (Sowerby, 1898): (2 екз.) Атлантичний океан, південна Африка, 1981 р. (Корабельніков Л. В.).
Підродина *Cymbiinae* H. Adams & A. Adams, 1853
Adelomelon Dall, 1906
Adelomelon ancilla (Lightfoot, 1786): (3 екз.) Аргентина.
Adelomelon beckii (Broderip, 1836): (1 екз.) Атлантичний океан, Південна Америка.
Alcithoe H. Adams & A. Adams, 1853
Alcithoe fissurata (Dell, 1963): (1 екз.) Нова Зеландія.
Cymbium Röding, 1798
Cymbium cucumis Röding, 1798: (1 екз.) західна Африка, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).
Cymbium glans (Gmelin, 1791): (1 екз.) західна Африка, 1848 р.; (2 екз.) там же (Кожевнікова О. П.).
Cymbium marmoratum Link, 1807: (4 екз.) західна Африка, 1848 р.
Cymbium olla (Linnaeus, 1758): (4 екз.) західна Африка, 1848 р.; (1 екз.) Атлантичний океан, 1975 р., СРТМ Чорноморриба (Охотін В., Колесніков).
Cymbium pepo (Lightfoot, 1786): (4 екз.) західна Африка, 1877 р.; (1 екз.) там же, 2005 р. (від Бондарева І. П.).
Cymbium senegalense Marche-Marchad, 1978: (1 екз.) Західна Африка, 1848 р.; (1 екз.) Атлантичний океан, 1968 р. (Дмитренко).
Cymbium souliei Marche-Marchad, 1974: (1 екз.) західна Африка, 1848 р.
Cymbium tritonis (Broderip, 1830): (1 екз.) західна Африка, 1848 р.
Odontocymbiola Clench & Turner, 1964
Odontocymbiola americana (Reeve, 1856): (1 екз.) Карибське море, Бразилія, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).
Odontocymbiola magelanica (Gmelin, 1791): (1 екз.) Аргентина.
Pachycymbiola Ihering, 1907
Pachycymbiola brasiliana (Lamarck, 1811): (2 екз.) Атлантичний океан, Південна Америка.
Provocator Wayson, 1882
Provocator mirabilis (Finlay, 1926): (1 екз.) Нова Зеландія, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
Provocator pulcher Watson, 1882: (1 екз.) Індійський океан, о. Каргелен, 2005 р. (від Бондарева І. П.).
Zidona H. Adams & A. Adams, 1853
Zidona dufresnii (Donovan, 1823): (4 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.
Zidona dufresnii distincta (Latille, 1895): (2 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.
Підродина *Fulgorariinae* Pilsbry & Olsson, 1954
Fulgoraria Schumacher, 1817
Fulgoraria concinna (Broderip, 1836): (1 екз.) Японія, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
Fulgoraria ericanum Doute, 1997: (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).
Fulgoraria noduchii Hayashi, 1960: (1 екз.) Японія, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
Fulgoraria rupestris (Gmelin, 1791): (1 екз.) Тайвань, 1877 р.
Підродина *Scaphellinae* Gray, 1857
Ampula Röding, 1798
Ampula priamus (Gmelin, 1791): (1 екз.) Середземне море; (1 екз.) північна Африка, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
Scaphella Swainson, 1832
Scaphella junona (Lamarck, 1804): (1 екз.) Карибське море, 2009 р., від Фельдмана О. Б.).
Підродина *Volutinae* Rafinesque, 1815
Callipara Gray, 1847
Callipara kurodai (Kawamura, 1964): (1 екз.) південний В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).
Enaeta H. Adams & A. Adams, 1853

- Enaeta cumingii* (Broderip, 1832): (1 екз.) Карибське море, Мексика, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Festilyria Pilsbry & Olsson*, 1954
- Festilyria festiva* Lamarck, 1811: (1 екз.) Індійський океан, Сомалі, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Harpulina* Dall, 1906
- Harpulina arausiaca* (Lightfoot, 1786): (1 екз.) о. Шрі Ланка.
- Harpulina lapponica* (Linnaeus, 1758): (1 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, Махабалипурам, 23.09.1974 р. (Корабельніков Л. В.).
- Harpulina loroisi* (Valenciennes, 1863): (1 екз.) Південно-західна Індія, 2020 р.
- Lyria* Gray, 1847
- Lyria cloveriana* Weaver, 1963: (1 екз.) о. Шрі-Ланка, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Lyria delessertiana* (Petit de la Saussaye, 1842): (2 екз.) Сейшельські острови.
- Lyria mallicki* Ladd, 1975: (1 екз.) Філіппінські острови, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Lyria mitraeformis* (Lamarck, 1811): (1 екз.) Південно-західна Австралія, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Simililyria* Bail & Poppe, 2001
- Simililyria queketti* (Smith, 1901): (1 екз.) Мозамбік, 2005 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Voluta* Linnaeus, 1758
- Voluta ebraea* Linnaeus, 1758: (2 екз.) Карибське море, 1848 р.
- Voluta musica* Linnaeus, 1758: (6 екз.) Карибське море, Антільські острови, 1848 р.
- Voluta musica carneolata* Lamarck, 1822: (6 екз.) Карибське море, Антільські острови, 1848 р.
- Voluta musica thriarella* Lamarck, 1822: (4 екз.) Карибське море, Антільські острови, 1848 р.
- Voluta virescens* (Lightfoot, 1786): (1 екз.) Карибське море, Нікарагуа, 2002 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Надродина Mitroidea** Swainson, 1831
- Родина Mitridae** Swainson, 1831
- Domiporta* Chernohorsky, 1970
- Domiporta filaris* (Linnaeus, 1771): (1 екз.) Філіппінські острови, Samar Is., 1990 р., на мілководді (від Фельдмана О. Б.).
- Domiporta granatina* (Lamarck, 1811): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Fusidomiporta* Fedosov, Herrmann, Kantor & Bouchet, 2018
- Fusidomiporta suturata* (Reeve, 1845): (1 екз.).
- Isara* H. Adams & A. Adams, 1853
- Isara pele* (Chernohorsky, 1970): (1 екз.) Філіппінські острови, Surigo Is., 2001 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Mitra* Lamarck, 1798
- Mitra mitra* (Linnaeus, 1758): (6 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Mitra papalis* (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Mitra strictica* (Link, 1807): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Nebularia* Swainson, 1840
- Nebularia chrysostoma* (Broderip, 1836): (1 екз.).
- Nebularia eremitarum* (Röding, 1798): (5 екз.) о.Тимор, 1848 р.
- Nebularia ferrugenea* (Lamarck, 1811): (2 екз.) 1848 р.
- Nebularia incompta* (Lightfoot, 1786): (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Neocancilla* Chernohorsky, 1966
- Neocancilla clatrus* (Gmelin, 1791): (1 екз.) Тиморське море, риф Ашмор, 07.05.1966 р. (Корабельніков Л.В.); (1 екз.) Філіппінські острови, 2002 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Neocancilla papilio* (Link, 1807): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Neotiara* Fedosov, Herrmann, Kantor & Bouchet, 2018
- Neotiara nodulosa* (Gmelin, 1791): (9 екз.); (1 екз.) Карибське море, Флоріда, 2010 р. (від Фельдмана О. Б.).
- Probata* Sarasua, 1986
- Probata barbadensis* (Gmelin, 1791): (1 екз.) Карибське море, Америка, 1848 р.
- Pterygia* Röding, 1798
- Pterygia dactylus* (Linnaeus, 1767): (2 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, 1848 р.
- Quasimitra* Fedosov, Herrmann, Kantor & Bouchet, 2018
- Quasimitra cardinalis* (Gmelin, 1791): (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Strigatella* Swainson, 1840
- Strigatella aurantia* (Gmelin, 1791): (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Strigatella paupercula* (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.
- Swainsonia* H. Adams & A. Adams, 1853
- Swainsonia casta* (Gmelin, 1791): (1 екз.) Індонезія, Молукський архіпелаг, о. Амбон, 1848 р.
- Надродина Conoidea** Fleming, 1822
- Родина Conidae** Fleming, 1822
- Conus abbas* Hwass, 1792: (1 екз.) 1848 р.
- Conus achatinus* Gmelin, 1791: (7 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus adensis Smith, 1891: (1 екз.) Індійський океан, Аденська затока, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus aemulus Reeve, 1844: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus aequipunctatus Dautzenberg, 1937: (1 екз.) Червоне море, 2002 р., на мілководді (Ковальчук А.Ф.).

Conus amadis Gmelin, 1791: (5 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Тайланд, 2003 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus ambiguus Reeve, 1844: (1 екз.) Африка.

Conus ammiralis Linnaeus, 1758: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus araneosus Solander, 1786: (1 екз.) Індійський океан, 1831 р. (від Самсонова).

Conus arhon Broderip, 1833: (1 екз.) 1848 р.

Conus aristophanes Sowerby, 1857: (1 екз.) Філіппінські острови, 2018 р. (від Москалец І. П.).

Conus arenatus Hwass, 1792: (8 екз.) Філіппінські острови, 1877 р.; (1 екз.) о. Шрі-Ланка, 1970 р. (Перегрін Д.); (1 екз.) В'єтнам, 2007 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus augur Lightfoot, 1786: (2 екз.) о. Шрі-Ланка, 1970 р. (Перегрін Д.); (1 екз.) 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus aulicus Linnaeus, 1758: (1 екз.) 1848 р.

Conus aurantius Hwass, 1792: (3 екз.) 1848 р.

Conus australis Holten, 1802: (1 екз.) Філіппінські острови, 2018 р. (від Москалец І. П.).

Conus bandanus Hwass, 1792: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus barthelemyi Bernardi, 1861: (1 екз.) Індійський океан, 2011 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus bengalensis (Okutani, 1968): (1 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus betulinus Linnaeus, 1758: (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Філіппінські острови, 1999 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus biliosus (Röding, 1798): (4 екз.) Індійський океан, Сейшельські острови, 1848 р. (від Самсонова).

Conus byssinus (Röding, 1798): (6 екз.) західна Африка, 1848 р.; (1 екз.) західна Африка, 2013 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus capitaneus Linnaeus, 1758: (8 екз.) Індійський океан, Африка, 1848 р.; (1 екз.) 2003 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus catus Hwass, 1792: (1 екз.) 1848 р.; (2 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Conus chaldaeus (Röding, 1798): (3 екз.) Азія, 1848 р.; (1 екз.) о. Шрі-Ланка, 1970 р. (Перегрін Д.).

Conus cinereus Hwass, 1792: (1 екз.).

Conus circumcisis Born, 1778: (1 екз.) 2008 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).

Conus collisus Reeve, 1849: (1 екз.).

Conus coffeae Gmelin, 1791: (1 екз.).

Conus coronatus Gmelin, 1791: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus coronatus f. *aristophanes* Sowerby, 1857: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus daucus Hwass, 1792: (1 екз.) Карибське море, 1848 р.

Conus distans Hwass, 1792: (1 екз.) Індійський океан, схіна Індія, 1888 р.

Conus ebraeus Linnaeus, 1758: (9 екз.) Індійський океан, Азія, 1848 р.

Conus eburneus Hwass, 1792: (7 екз.) Індійський океан, схіна Індія, 1848 р.

Conus episcopus Hwass, 1792: (1 екз.) Китай, 1848 р.

Conus epistomium Reeve, 1843: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus ermineus Born, 1778: (7 екз.) Атлантичний океан, 1848 р.

Conus erythraeensis (Reeve, 1843): (1 екз.) Червоне море.

Conus ferrugineus Hwass, 1792: (10 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus figulinus Linnaeus, 1758: (9 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, Тарангамбаді, 1848р.; (1 екз.) о. Шрі-Ланка, 1970 р. (Перегрін Д.).

Conus flavidus Lamarck, 1810: (2 екз.); (2 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А.Ф.).

Conus fumigatus Hwass, 1792: (2 екз.) Червоне море, 1848 р.

Conus furnae Rolan, 1990: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus generalis Linnaeus, 1767: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (2 екз.) південний В'єтнам, Н'я Чанг, 2006 р., 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus geographus Linnaeus, 1758: (6 екз.) Індійський океан, 1877 р.; (1 екз.) о. Шрі-Ланка, 1970 р. (Перегрін Д.); (1 екз.) Індійський океан, Сейшельські острови, 1983 р. (Макурін); (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus genuanus Linnaeus, 1758: (1 екз.).

Conus glaucus Linnaeus, 1758: (2 екз.) 1848 р.

Conus gloriamaris Chemnitz, 1777: (1 екз.) Філіппінські острови, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus granulatus Linnaeus, 1758: (2 екз.) Карибське море, Америка, 1848 р.

Conus inscriptus Reeve, 1843: (2 екз.) Червоне море, 1848 р.

Conus imperialis Linnaeus, 1758: (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Філіппінські острови, 2003 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus jiskelii Weinkauff, 1873: (1 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus leopardus (Röding, 1798): (1 екз.) Індійський океан, Сейшельські острови, 1983 р. (Макурін); (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus litoglyphus Hwass, 1792: (5 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus litteratus Linnaeus, 1758: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus lividus Hwass, 1792: (9 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) о. Шрі-Ланка, 1970 р. (Перегрін Д.).

Conus locumtenens Blumenbach, 1791: (3 екз.) Індонезія, Молукський архіпелаг, 1848 р.

Conus magus Linnaeus, 1758: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Філіппінські острови, 2003 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus maldivus Hwass, 1792: (1 екз.) Індійський океан, Мозамбік, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.); (1 екз.) Червоне море, 2002 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Conus marmoreus Linnaeus, 1758: (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus mercator Linnaeus, 1758: (4 екз.) Атлантичний океан, західна Африка, 1848 р.

Conus miles Linnaeus, 1758: (8 екз.) Індійський океан, схіна Індія, 1848 р.

Conus miliaris Hwass, 1792: (1 екз.) 1848 р.

Conus milneedwardsi Jousseaume, 1894: (1 екз.) Індійський океан, Мозамбік, 1997 р. (від Фельдмана О. Б.). v

Conus monachus Linnaeus, 1758: (1 екз.); (1 екз.) В'єтнам, 2007 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus monile Hwass, 1792: (3 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, 1848 р.

Conus mus Hwass, 1792: (3 екз.) Карибське море, Гваделупа, 1848 р.

Conus mustellinus Hwass, 1792: (1 екз.) південно-східна Азія, 1848 р. (1 екз.) Філіппінські острови, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus nussatella Linnaeus, 1758: (1 екз.) 1848 р.

Conus omaria Hwass, 1792: (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus parius Reeve, 1844: (1 екз.) 1848 р.

Conus patricius Hinds, 1843: (1 екз.) Карибське море, 1848 р.

Conus pennaceus Born, 1778: (3 екз.) південно-східна Азія, 1848 р.

Conus pertusus Hwass, 1792: (3 екз.) південно-східна Азія, 1848 р.; (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).

Conus planorbis Born, 1778: (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus pulcher Lightfoot, 1786: (4 екз.) Атлантичний океан, західна Африка, 1848 р. (1 екз.) південно-західна Африка, 1997 р. (від Сергуладзе О.).

Conus pulicaris Hwass, 1792: (5 екз.) Індійський океан, 1874 р.

Conus quercinus Lightfoot, 1786: (5 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, 1848 р.

Conus radiatus Gmelin, 1791: (1 екз.) 1848 р.

Conus regius Gmelin, 1791: (5 екз.) Карибське море, Америка, 1848 р.

Conus spectrum Linnaeus, 1758: (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus spurius Gmelin, 1791: (4 екз.) Карибське море, Америка, 1848 р.

Conus stercusmuscarum Linnaeus, 1758: (3 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus striatus Linnaeus, 1758: (7 екз.) Індійський океан, 1883 р.

Conus sulcatus Hwass, 1792: (1 екз.) Філіппінські острови.

Conus terebra Born, 1778: (5 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Conus tessulatus Born, 1778: (8 екз.) Індійський океан, 1883 р.; (1 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Conus textile Linnaeus, 1758: (13 екз.) Індійський океан, схіна Індія, 1848 р.; (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus textile neovicarius da Motta, 1982: (1 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Conus tinianus Hwass, 1792: (1 екз.) південна Африка, 1848 р.

Conus tulipa Linnaeus, 1758: (7 екз.) Індійський океан, Африка, 1848 р.

Conus varius Linnaeus, 1758: (2 екз.) Індійський океан, Азія, 1848 р.

Conus ventricosus Gmelin, 1791: (4 екз.) Середземне море, 1848 р.

Conus venulatus Hwass, 1792: (1 екз.) 1848 р.; (1 екз.) західна Африка, 1996 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus vexillum Gmelin, 1791: (8 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.); (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus vitulinus Hwass, 1792: (1 екз.).

Conus virgo Linnaeus, 1758: (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Conus violaceus Gmelin, 1791: (1 екз.) Індійський океан, 2000 р. (від Фельдмана О. Б.).

Conus zeylanicus Gmelin, 1791: (7 екз.) Індійський океан, схіна Індія, 1848 р.

Родина Terebridae Mörch, 1822

Duplicaria Dall, 1908

Duplicaria duplicata (Linnaeus, 1758): (4 екз.) 1874 р. (отримана в обмін від Шабельського А. В.); (3 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.).

Cinguloterebra Oyama, 1961

Cinguloterebra commaculata (Gmelin, 1791): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Hastula H. Adams & A. Adams, 1853

Hastula cinerea (Born, 1778): (1 екз.)

Hastula hestica (Linnaeus, 1758): (3 екз.) Австралія, 1848 р.

Myurella Hinds, 1845

Myurella affinis (Gray, 1834): (2 екз.) 1848 р.

Myurella nebulosa (Sowerby, 1825): (1 екз.)

Myurellopsis Fedosov, Malcolm, Teryn, Gorson, Modica, Holford & Puillandre, 2020.

Myurellopsis undulata (Gray, 1834): (1 екз.) В'єтнам, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Oxymetris Dall, 1903

Oxymetris areolata (Link, 1807): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Oxymetris dimidiata (Linnaeus, 1758): (5 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Oxymetris chlorata (Lamarck, 1822): (4 екз.) 1877 р.

Oxymetris crenulata (Linnaeus, 1758): (4 екз.) Індійський океан, 1883 р.; (1 екз.) Червоне море, 2002 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Oxymetris maculata (Linnaeus, 1758): (11 екз.) Тихий океан, 1877 р.

Oxymetris senegalensis (Lamarck, 1822): (1 екз.) Атлантичний океан, Сенегал (від Москалець І. П.).

Terebra Bruguiere, 1789

Terebra achates Weaver, 1960: (1 екз.)

Terebra cumingii (Deshayes, 1857): (4 екз.) Австралія, 1848 р.

Terebra babylonica Lamarck, 1822: (1 екз.) Червоне море, 2001 р., на мілководді (Ковальчук А. Ф.).

Terebra guttata (Röding, 1798): (1 екз.)

Terebra pretiosa Reeve, 1842: (1 екз.) Філіппінські острови, Surigao Is., 2001 р. (від Фельдмана О. Б.).

Terebra subulata (Linnaeus, 1758): (7 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Родина Clavatulidae Gray, 1853

Pusionella Gray, 1847

Pusionella nifat (Bruguiere, 1792): (1 екз.) Атлантичний океан, західна Африка, 2012 р. (від Фельдмана О. Б.).

Turricula Schumacher, 1817

Turricula javana (Linnaeus, 1767): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Родина Drilliidae Olsson, 1964

Drillia Gray, 1838

Drillia enna (Dall, 1918): (1 екз.) Філіппінські острови, 2012 р. (від Фельдмана О. Б.).

Родина Mandellidae Fischer, 1883

Propebela Iredale, 1918

Propebela harpularia (Couthouy, 1838): (1 екз.) Баренцево море, смт Дальні Зеленці. 1969 р., гл. 50–60 м (Мурахвері О. М.).

Родина Pseudomelatomidae Morrison, 1966

Aguilaria Taylor & Wells, 1994

Aguilaria subochracea (Smith, 1877): (1 екз.)

Antiplanes Dall, 1902

Antiplanes vinosa (Dall, 1874): (1 екз.) Японське море, 06.1982 р., гл. 80 м, ґрунт мулястий (Москалець І. П.).

Crassispira Swainson, 1840

Crassispira maura (Sowerby, 1834): (1 екз.) Карибське море.

Funa Kilburn, 1988

Funa jeffreysii (Smith, 1875): (1 екз.)

Inquisitor Hedley, 1918

Inquisitor rufovaricosus (Kuroda & Habe, 1971): (1 екз.) Філіппінські острови, N. Mindanao, N. of Dipolog, Aliguay Is., гл. 120 м, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Ptychobela Thiele, 1925

Ptychobela suturalis (Gray, 1838): (1 екз.) Австралія, 1848 р.

Родина Raphitomidae Bellardi, 1875

Tatcheria Angas, 1877

Tatcheria mirabilis Angas, 1877: (1 екз.) Філіппінські острови, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Родина Turridae H. Adams & A. Adams, 1853

Annulaturris Powell, 1966

Annulaturris undosa (Lamarck, 1816): (1 екз.)

Lophiotoma Casey, 1904

Lophiotoma acuta (Perry, 1811): (1 екз.) 1877 р.

Polystira Woodring, 1928

Polystira albida (Perry, 1811): (1 екз.) Карибське море, Флорида, 1848 р.

Polystira tellea (Dall, 1889): (3 екз.)

Turris Batsch, 1789

Turris babylonica (Linnaeus, 1758): (2 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Turris crispa (Lamarck, 1822): (3 екз.) Індійський океан, 1877 р.

Turris garnonsii (Reeve, 1843): (1 екз.)

Unedogemmula MacNeil, 1961

Unedogemmula martini (Tesch, 1915): (1 екз.).

Надродина Neogastropoda incertae sedis

Родина Harpidae Bronn, 1849

Harpa Röding, 1798

Harpa amouretta Röding, 1798: (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Harpa articularis (Lamarck, 1822): (2 екз.) 1848 р.

Harpa cabriti Fischer, 1860: (1 екз.) Індійський океан, Сомалі, Лас-Хорех (Білоусова).

Harpa costata (Linnaeus, 1758): (1 екз.) Індійський океан, Бенгальська затока, Tarangambadi, 1848 р.

Harpa crenata Swainson, 1822: (1 екз.) Тихий океан, західна Мексика, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).

Harpa doris (Röding, 1798): (1 екз.) Атлантичний океан, західна Африка, 2008 р. (від Фельдмана О. Б.).

Harpa harpa Linnaeus, 1758: (5 екз.) Індійський океан, 1848 р.; (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Harpa major Röding, 1798: (1 екз.) В'єтнам, 2001 р. (від Лунячека Р. Е.); (1 екз.) В'єтнам, 2006 р. (від Фельдмана О. Б.).

Harpa ventricosa (Lamarck, 1822): (4 екз.) Індійський океан, 1848 р.

Morum Röding, 1798

Morum matthewsi Emerson, 1967: (1 екз.) Brasil, Rio Grande do Norte, Natal, 2020 р., гл. 15 м (від Москалец І.П.).

Morum oniscus (Linnaeus, 1767): (1 екз.) Карибське море, Америка, 1848 р. (13 екз.) Карибське море, о. Куба, 1968–1973 рр., на березі (Бочкарьова Н. В.).

Morum watanabei Kosuge, 1981(1 екз.) о. Калімантан, 2004 р., на мілководді (Фельдман О. Б.); (1 екз.) Філіппінські острови, 2009 р. (від Фельдмана О. Б.).

Висновки

Колекція мушель містить велику кількість екземплярів зборів середини 19 сторіччя. Отримані результати проведеної ревізії колекції ряду Neogastropoda музею природи свідчать про велику наукову цінність як порівняльного матеріалу при визначенні молюсків світового океану, зважаючи на важкодоступність такого матеріалу з різних причин.

Подяки

Автор висловлює щирі подяку к.б.н. Юлії Гуглі (Харків, Музей природи) за виготовлення світлин до статті та допомогу у підготовці рукопису.

ABBOTT, R. T., DANCE, S. P. (2000) *Compendium of Seashells*. E. P. Dutton, Inc. New York.

ANISTRATENKO, V. V., KHALIMAN, Y. A., ANISTRATENKO, O. Yu. (2011) *Molluski Azovskogo moria*. Naukova dumka, Kyiv. (in Ukrainian)

BOUCHET, P., ROCROIX, P. (2017) Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61(1–2), 526.

KANTOR, Yu. I., SYSOIEV, A. V. (2007) *Morskiye isolonovatyie briukhonogie moliuski Rossii*. Tovarichestvo nauchnykh izdanij KMK, Moskva. (in Russian)

CERNOHORSKY, W. O. (1976) *The Mitridae of the World*. Part I. The subfamily Mitrinae. *Indo-Pacific Mollusca*, 3(17), 273–528.

GOTO, Y., POPPE, G. (1992) *Volutes*. Mostra Mondiale Malacologia. Italy.

HOUART, R. (1992) The genus *Chicoreus* and related genera (Gastropoda: Muricidae) in the Indo-West Pacific. *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle*, (A), 154, 188.

HOUART, R. (1994) *Illustrated Catalogue of Recent Species of Muricidae Named Since 1971*. Verlag Christa Hemmen. Germany.

FRAUSSEN, K., TERRY, Y. (2007) *A Conchological*

Iconography. The Family Buccinidae Genus Neptunea. Hackenheim, Germany.

MALLARD, D., ROBIN, A. (2005) *Fascioliariidae*. Museum du Coquillage. Les Sables d'Olonne, France.

REHDER, H. A. (1973) The Family Harpidae of the world. *Indo-Pacific Mollusca*, 3(16), 207–274.

WALLS, J. G. (1978) *Cone Shells: A Synopsis of the Living Conidae*. T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey.

WILSON, B. (1994) *Australian Marine Shells*. Odyssey Publication, West Australia.

MOSKALETS, I. P. (2025) Review of the collection mollusk shells (Mollusca: Gastropoda), Subclass Patellogastropoda, Subclass Neritimorpha, Subclass Vetigastropoda, which deposited in Museum of Nature of V.N. Karazin Kharkiv National University. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology*, 58, 133–142. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.58.18>

SYSTEMATYCHESKII KATALOG PREDMETAM, KHRANIASHCHYMSIA V ZOOLOGICHESKOM KABYNETIE IMPERATORSKAGO KHARKOVSKAGO UNIVERSITETA, po 1848 god (1854) V unyversytetskoi typografii, Kharkov. (in Russian)

Дата першого надходження статті до видання: 28.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



СОЗОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОХОРОНИ БІЛОКРИНИЦЬКОГО КАРБОНАТНОГО БОЛОТА (ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСТЬ)

Юлія ПЕТРУК¹, Ліана ОНУК^{1,2}, Тетяна ЧУБАТА¹, Лариса БОРОВИК²

Досліджене карбонатне болото, розташоване на східній межі поширення центральноєвропейських карбонатних боліт. Метою проведення досліджень є встановлення созологічної цінності Білокриницького болота та створення наукового обґрунтування для надання йому охоронного статусу. Польові роботи проводилися упродовж 2022-2025 років маршрутно-рекогносцивальним методом з фіксацією місцезростань та обліком рідкісних видів рослин. Встановили також фізико-хімічні показники торфового покладу та його товщину. Досліджений біотоп класифікується як осокове карбонатне болото без сфагнових мохів (тип Б2.1.1). Ділянка виступає осередком збереження гідро-карбонатofilічних угруповань та стенобіонтного фіторізноманіття. Рослинний покрив представлений класом *Scheuchzeria palustris-caricetea fuscae*. Тут зафіксовано 8 видів судинних рослин, включених до Червоної книги України. За домінантною класифікацією фітоценозів рослинність болота належить до формації *Schoeneto (ferruginei)-Hypneta* й вона включена до переліку угруповань Зеленої книги України, характеризується насиченістю рідкісними видами та рідкісним типом асоційованості домінантів. Значну загрозу для збереження ділянки становлять інвазії чужорідних видів (*Reynoutria* × *bohemica* Chrtek & Chrtková, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L.), з яких найбільш швидко поширюється і місцями домінує *S. canadensis*. На території болотного масиву виявлено ознаки життєдіяльності бобра європейського (*Castor fiber* L.), який може змінювати гідрологічний режим даної екосистеми. Серед важливих загроз також слід відзначити осушувальну меліорацію, евтрофізацію, сільватизацію та утворення стихійних сміттєзвалищ. Пропонується створення ботанічного заказника місцевого значення. Для збереження дослідженого болота важливо не допустити змін гідрологічного режиму едафотопу. У зв'язку з цим пропонується заборонити будь-які види господарської діяльності, що можуть призвести до трансформації болота у фітоценоз іншого типу організації й до втрати його наукової та природоохоронної цінностей.

Ключові слова: алкалотрофне болото, карбонатне болото, оселища, рідкісні рослини, збереження, природно-заповідний фонд.

¹Кременецький ботанічний сад, вул. Ботанічна, 5, м. Кременець, Кременецький район, Тернопільська область, 47003, Україна

²Луганський природний заповідник НАН України, вул. Рубіжна, 95, Станиця Луганська, Щастинський район, Луганська область, 93602, Україна; e-mail: julija.petruk@gmail.com, onuklina@meta.ua, chubatatv@ukr.net, larisaborovyk@gmail.com

Петрук Ю.: <https://orcid.org/0000-0002-2679-8247>

Онук Л.: <https://orcid.org/0000-0002-9629-5450>

Чубата Т.: <https://orcid.org/0000-0002-4223-4978>

Боровик Л.: <https://orcid.org/0000-0002-0340-2246>

Sozological value and prospects for protection of the bilokrynytsia calcareous fen (Ternopil Region)

Petruk Yu.¹, Onuk L.^{1,2}, Chubata T.¹, Borovyk L.²

The carbonate fen under study is located on the eastern edge of the Central European calcareous fens. The research aims to determine the sozological value of the Bilokrynytsia fen and justify granting it protected status. The study was conducted from 2022 to 2025 using the route-reconnaissance method, which involved recording habitats and accounting of rare plant species. The physical and chemical parameters of the peat deposit, as well as its thickness, were also defined. This habitat is classified as a sedge calcareous fen without sphagnum mosses (type B2.1.1). The site supports hydro-carbonatophilic communities and stenobiont phytodiversity. The vegetation cover comprises the *Scheuchzeria palustris-Caricetea fuscae* class. Eight species listed in the Red Data Book of Ukraine were found here. According to the dominant approach, the vegetation of the fen presents the *Schoeneto (ferruginei)-Hypneta* formation listed in the Green Data Book of Ukraine and characterized by a high abundance of rare

species and rare dominant associations. *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L. pose a significant threat to the conservation of the site, with *S. canadensis* being the most rapidly spreading and dominant in some places. Other important threats include drainage reclamation, eutrophication, sylvatization and the forming of illegal waste dumping. Signs of beaver activity (*Castor fiber* L.) were found in the fen, which can impact the hydrological regime of the biogeocenosis. The studied wetland is scientifically and socially valuable. It is proposed that a botanical reserve of local importance be created. To preserve this fen, it is important to prevent changes to the hydrological regime and habitat. Therefore it is proposed to prohibit any economical or non-economical activity which could cause the loss of the fen's scientific and environmental value.

Key words: alkalitrophic wetlands, calcareous fen, habitats, rare plants, preservation, nature reserve fund.

¹Kremenets botanical garden, Botanichna str., 5, Kremenets, Ternopil region, 47003, Ukraine

²Luhansk Nature Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine, Rubizhna str., 95, Stanytsia Luhanska, Luhansk region, 93602, Ukraine; e-mail: julija.petruk@gmail.com, onuklina@meta.ua, chubatatv@ukr.net, larisaborovyk@gmail.com

Petruk Yu.: <https://orcid.org/0000-0002-2679-8247>

Onuk L.: <https://orcid.org/0000-0002-9629-5450>

Chubata T.: <https://orcid.org/0000-0002-4223-4978>

Borovyk L.: <https://orcid.org/0000-0002-0340-2246>

Вступ

Водно-болотні угіддя планети виконують ключову роль у підтримці біорізноманіття, регулюванні клімату та забезпеченні водними ресурсами. Внаслідок антропогенної діяльності болота перебувають під постійною загрозою зникнення, а зменшення їх площ є суттєвим чинником глобальної зміни клімату, що в свою чергу впливає на стан та функціонування водно-болотних угідь в цілому. Необхідність збереження водно-болотних екосистем відзначено у Рамсарській Конвенції про водно-болотні угіддя та її резолюціях (Ramsar ... 2015; Ramsar ... 2018a; 2018b). У 1991 році Україна, приєднавшись до Рамсарської Конвенції, визнала важливість основних принципів збереження і сталого використання водно-болотних угідь.

Серед найбільш цікавих з наукової та природоохоронної точки зору виділяються карбонатні болота (Hajek et al. 2006), які є залишками значно поширеніших у минулому та мало представлених на сьогодні в Україні екосистем. Болота алкалотрофного типу є особливо цінними угіддями (Torfowiska alkaliczne ... 2019), виступають ділянками поширення стенобіонтного фіторізноманіття, проте є одними з найбільш чутливих оселищ, що зазнали серйозного скорочення, знаходяться під загрозою зникнення у Центральній та Західній Європі (Gałka et al. 2017) та залежать від стабільності гідрологічних умов (Grootjans et al. 2006).

У структурі природно-заповідного фонду України і зокрема Тернопільської області, частка гідрологічних об'єктів є надзвичайно низькою не лише у кількісному, а й у площинному співвідношенні – 14,4 % та 3,9 % відповідно (Tsaryk et al. 2020). Карбонатні болота відомі з кількох локалітетів і займають незначну частку у складі водно-бо-

лотних угідь країни. Болота Кременецького району Тернопільської області були осушені у минулому столітті, на сьогодні практично не збереглися і представлені фрагментарно невеликими ділянками, що становлять менше 0,5 % земельного фонду району (Ekolohochniy pasport ... 2024). Вкрай важливо зупинити їх деградацію, заповідати та запроваджувати заходи для відновлення таких екосистем на регіональному та державному рівнях.

Дослідження рослинного покриву Кременеччини започатковано понад 200 років тому, проте увага більшості дослідників була прикута до флори власне Кременецьких гір. Болотні екосистеми, з огляду на активну осушувальну меліорацію у 50–70 рр. минулого століття, зазнали значного утиску, а рослинність боліт залишилася поза увагою. У першій половині XIX ст. флору околиць Кременця досліджував В. Бессер (Besser 1822). У довоєнний період XX ст. рослинний покрив вивчали дослідники М. Кочвара (Koczwara 1926), С. Мацко (Mascko 1935), Й. Панек (Panek 1939), Й. Мотика (Motyka 1947) та інші, пізніше – Ф.О. Гринь і М. Данилевська (Bradis, Bachurina 1969: р. 14). Згодом флористичні дослідження продовжили М.І. Котов (Kotov 1955) та Б.В. Заверуха (Zaverukha 1963; 1985). На початку XXI ст. тут працювали В. Онищенко, Н. Мшанецька та низка інших науковців (Shtohryn et al. 2017: pp. 22–23).

Раннє вивчення боліт Кременеччини відноситься ще до середини XVIII ст., носить прикладний характер та зумовлене нагромадженням відомостей про торфові ґрунти і торфовища (Nezyk, Hasekvych 2015). У середині минулого століття болота Кременецького району досліджувала Є.М. Брадїс (Bradis 1957). М.І. Котов зібрав зразки болотних рослин з Кременеччини, які дотепер збе-

рігаються у гербарних матеріалах Національного гербарію України у м. Київ. Згодом, з огляду на масштаби осушення, болотна рослинність краю практично не описувалася науковцями, за незначним винятком (Onuk 2016).

Мета дослідження: виконати загальне фітосозологічне обстеження Білокриницького карбонатного болота, науково обґрунтувати природоохоронну цінність території, що стане підґрунтям для присвоєння йому охоронного статусу і розробки рекомендацій із збереження природних комплексів.

Характеристика природних умов району досліджень

Згідно з фізико-географічним районуванням України, регіон досліджень знаходиться в межах Східноєвропейської рівнини зони мішаних лісів Поліського краю області Малеого Полісся (Natsionalnyi atlas ... 2008). У геоморфологічному відношенні дана територія відома під назвою «Кременецько-Дубенської рівнини», яка з півдня та сходу оточена Кременецькими горами. (Nezyk, Hasekvych 2015). Це пониження лежить між північним уступом Подільської і південним уступом Волинської височини. Рельєф місцевості плоский із незначними абсолютними висотами (210-250 м), сформований під впливом льодовикових вод, які стікали сюди під час танення льодовика з Поліської низовини. Потоки льодовикових вод утворили тут піщані горби, у зниженнях між якими поверхня заболочена.

За геоботанічним районуванням досліджена територія належить до Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів Південнопольсько-Західноподільської підпровінції Малополіського округу грабово-дубових, соснових лісів, заплавних луків та евтрофних боліт, який вузькою смугою заходить на територію Тернопільської області (Didukh, Sheliakh-Sosonko 2003). Найбільш характерні ґрунти – лучно-болотні та болотні на алювіальних, делювіальних і водно-льодовикових відкладах, торф'яно-болотні і низинні торфовища (Karty Ukrainy 2008).

Досліджувана територія належить до північного агрокліматичного району Тернопільської області. Клімат помірно-континентальний, середньорічна температура повітря становить 7,4 °С. Улітку середні температури – 18,4 °С, у січні – -4,5-5 °С. Кількість днів із температурою вище +15 °С – 100-103 дні. Кількість опадів становить 550-650 мм на рік. Однак в останні десятиліття середня температура літа та зими зросли на 1,3 °С

та 1,2 °С, відповідно. Найбільш суттєво підвищилась температура січня (2,1 °С) та липня (1,6 °С) (Singalevych et al. 2024). Такі зміни можуть спричинити погіршення стану водно-болотних угідь та зникнення найбільш чутливих видів флори даного регіону.

Досліджений болотний масив знаходиться на півночі Тернопільської області на території Кременецького району в околицях села Білокриниця Кременецької міської громади, в межах меліоративної системи у заплаві річки Іква (права притока ріки Стир). Це карбонатне болото є залишком великого болотного масиву на березі правої притоки Ікви – невеличкої річки Дядківська Криниця, русло якої каналізовано у другій половині ХХ століття під час осушувальної меліорації. Білокриницьке болото відноситься до низинного типу з джерельним живленням і знаходиться в оточенні земель сільськогосподарського призначення. Генезис та рослинний покрив даного болотного масиву визначали поклади крейди Кременецьких гір, дощові й талі води, розливи річок тощо. Недостатня дренажність території за умов рясного зволоження зумовила формування тут низинних торфовищ з торф'яно-болотними ґрунтами, де спостерігалось повільне розкладання органічних решток (Yankovska 2017).

За даними Держгеокадастру України (Publichna kadastrova karta Ukrainy 2025) досліджена територія має наступні характеристики: КОАТУУ 6123480700:01:001 – 41,0198 га; 6123480700:02:002 – 1,4546 га; тип власності – державна.

Матеріали та методи досліджень

Основою для написання статті стали матеріали флористичних досліджень та аналіз гербарних зразків (KW). Дослідження проводилися упродовж 2022–2025 років маршрутно-рекогносцивальним методом з фіксацією місцезростань рідкісних видів рослин. Основний період ідентифікації здійснено у період активної вегетації та цвітіння рослин у травні-червні. Проективне покриття видів визначали за шкалою Браун-Бланке (Braun-Blanquet 1964), ідентифікацію та опис рідкісних угруповань за Національним каталогом біотопів України (Kuzemko et al. 2022) та «Тлумачним посібником оселищ Резолюції №4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони» (Kuzemko et al. 2017; Oselyshchna kontseptsiiia ... 2012). Стан життєвості популяцій оцінювали візуально. Фізико-хімічні показники торф'яного

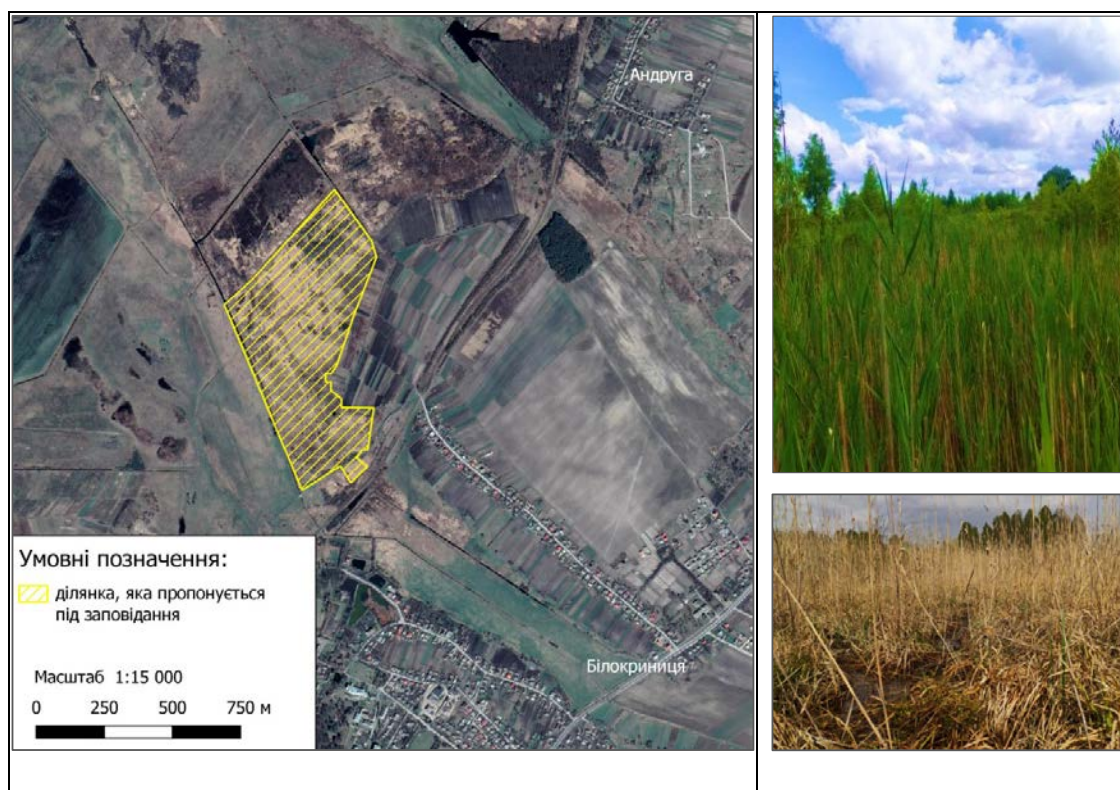


Рис. 1. Геолокація болотного масиву з вказаними межами, запропонованими до заповідання, та його фрагменти

Fig. 1. Geolocation of the fen complex with defined boundaries proposed for the reserve; fragments of the fen

покладу визначали на глибині 15-16 см за допомогою портативного багатофункціонального аналізатора ґрунту ST-02 (AMT-300), товщину – шляхом вкручування обертальними рухами загостреного дерев'яного стержня у поверхню торфовища, доки він не досягав мінеральної підстилки, фіксуючи довжину занурення. Латинські назви таксонів флори наведено за системою сучасної міжнародної номенклатури World Flora Online (WFO) (World flora ... 2025), рослинних угруповань – за Продромусом рослинності України (Prodromus ... 2019). Визначення координат та картування з попереднім окресленням меж району досліджень здійснювали за допомогою GPS-навігатора Magellan Triton 1500.

Результати та обговорення

Загальна площа масиву становить майже 64 га, з яких близько 46 га припадає на ділянки, де збереглися болотні та лучно-болотні фітоценози. Висота над рівнем моря – 219 м. Досліджена територія обмежена меліоративними каналами із західної, південно-західної та північно-східної сторін, сільськогосподарськими угіддями – зі сходу та залізничною колією на півдні. Масив роз-

ділений на три частини двома поперечними каналами, уздовж яких прокладені ґрунтові дороги (Рис. 1), котрі фактично розділяють його на три нерівномірних частини: південну, центральну та північну з площами 1,1 га, 33,5 га та 11,4 га відповідно. Поверхня болота горбиста, місцями – купиниста, пронизана численними дрібнішими поперечними меліоративними канавами, що сходяться до зовнішніх каналів. В каналі у південній частині є вихід підземних джерел, що живлять даний болотний масив.

Встановлена товщина торфового покладу знаходиться у межах від 0,5 до 1,7 м, температура у верхніх шарах (на глибині 15-16 см) коливається від 11 до 17° С, рН – від 6,0 до 7,7. Вологість ґрунту визначається як висока (70-85 %) та середня (55-60 %).

Рослинний покрив болота представлений мозаїчним чергуванням відкритих трав'яних ділянок та чагарникових заростей, більше зосереджених по східному краю болота. Чагарникові угруповання утворені переважно *Salix myrsinifolia* Salisb., *S. cinerea* L. та *Frangula alnus* Mill., з домішкою *Betula pubescens* Ehrh., іноді *B. pendula* Roth. Наявні поодинокі екземпляри *Pinus sylvestris* L. та *Populus tremula* L.

Відкриті трав'яні ділянки формують в основному види родин *Cyperaceae* та *Poaceae*, зокрема *Schoenus ferrugineus* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench та *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

Phragmites australis нерідко сягає до 2 м і формує суцільні важкопрохідні зарості на ділянках із близьким заляганням підземних вод, найчастіше поблизу меліоративних каналів. Угрупування з домінуванням *Molinia caerulea* поширені на сухіших ділянках, ближче до східного краю болота і вказують на тенденцію заміни болота на луку.

Серед мохів трапляються представники з так званої групи "бурих мохів" порядку *Hypnales*, яких відносять до торфоутворювачів, що свідчить про високий вміст кальцію у воді.

На відкритих ділянках ярус дерев і чагарників відсутній або незначний – не більше 5–10 % і сформований *Salix myrsinifolia* Salisb., *S. cinerea* L. та *Frangula alnus* Mill., менше – *Betula pubescens* Ehrh., іноді *B. pendula* Roth. Поодинокі екземпляри *Pinus sylvestris* та *Populus tremula* трапляються лише спорадично. Висота дерев коливається в межах від 3 до 8 м, висота кущів сягає 1,2–2,5 м.

Трав'яний ярус має середню густоту (50–80 %) і поділяється на два під'яруси. Верхній ярус утворюють *Phragmites australis*, який сягає заввишки 0,8–1,5 (2) м, його частка коливається у межах 5–15 % та, як домішка, – *Molinia caerulea* (1–5 %). Основний під'ярус, висотою 20–40 см, формує *Schoenus ferrugineus* (Рис. 2А), частка якого складає 25–60 %, а на більш зволжених та тимчасово затоплюваних ділянках його покриття зменшується до 15–25 %. Супутні види включають *Carex flava* L., *C. rostrata* Stokes, *C. nigra* (L.) Reichard, а подекуди доєднується рідкісний вид *Carex davalliana* Sm. Серед інших видів з часткою 1–5 % у травостої зафіксовані *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Lysimachia vulgaris* L., *L. thyrsiflora* L., *Peucedanum palustre* (L.) Moench., *Cirsium palustre* (L.) Scop.

Нерідко трапляється *Epipactis palustris* (L.) Crantz. (Рис. 2В), популяції якого повночленні та чисельні від 3–5 до 12 штук на 1 м². Стан та габітус *Epipactis palustris* вказують, що вид знаходиться в оптимальних умовах зростання, незважаючи на тривалий період осушення.

У місцях розрідженого травостою між куртинами *Schoenus ferrugineus* зрідка трапляються малочисельні групи *Pinguicula vulgaris* L. (Рис. 2С), в середньому по 3–10 особин.

У південній частині масиву на більш осушених ділянках, де у флористичному складі

починає домінувати *Molinia caerulea*, зростає *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó. та, зрідка, поодинокі – *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P.F. Hunt & Summerh. Чисельність цих представників родини *Orchidaceae* щорічно скорочується, з огляду на зміни гідрологічного режиму та становить від 3–5 особин на 1 м² (відмічено у 2017 р.) до 1–3 на 10 м² у 2024 р. Під покривом верболозів нами зафіксовано популяцію *Neottia ovata* Bluff & Fingerh. (Рис. 2D), котра нараховувала близько 100 екземплярів, серед яких 20 % генеративних особин.

Моховий покрив, який вкриває до 10 % площі, представлений видами, характерними для карбонатних боліт, зокрема родів *Drepanocladus*, *Calliergonella*, *Campyllum*, *Brachythecium* тощо. У невеликих за площею угрупованнях формації *Schoeneto* (*ferruginei*)-*Hypneta* частка мохів становить 40–70 %. Слід зауважити, що в гербарії М. Котова, який датується 1954 р., місце збору зазначається саме як мохове болото в околицях Кременця.

Незважаючи на тривалу меліорацію тут до цього часу трапляється низка раритетних видів, а невеликі ділянки все ще зберігають характерну структуру та флористичний склад рідкісних рослинних болотних угруповань. Білокриницьке болото є місцем зростання 8 рідкісних видів різного охоронного статусу, включених до охоронних переліків як державного так і міжнародного рівнів (Табл. 1).

Carex davalliana, як і *Schoenus ferrugineus*, знаходиться на східній межі свого ареалу (Chervona knyha Ukrainy 2009, Ministry of environmental protection ... 2020). З огляду на обмежений діапазон середовища існування, аридизацію клімату та інтенсивність осушення до групи високого ризику зникнення в даному регіоні можна віднести *Pinguicula vulgaris*, чисельність якої на дослідженому болоті становить не більше 50–60 особин. Фактично, це єдине її місцезростання у межах району та одне з небагатьох на Тернопільщині.

За національною класифікацією біотопів даний масив є евтрофним болотом та належить до типу Б2.1.1 – осокові карбонатні болота без сфагнових мохів. За класифікацією EUNIS та Резолюцією 4 Бернської конвенції даний масив належить до типу D4.1 багаті низинні болота, в тому числі евтрофні високотравні низинні болота і карбонатні флеші та мочарі. Додаток I Оселищної Директиви відносить такі біотопи до типу Карбонатні низинні болота з *Cladium mariscus* та з видами *Caricion davallianae*. UkrBiotop визначає такий тип біотопів як Осокові алкалотрофні болота на карбонатних



Рис. 2. Рідкісні рослини Білокриницького карбонатного болота (фото Петрук Ю.В., 2024-2025 р.):
 Fig. 2. Rare plants of the Bilokrynytsia calcareous fen (picture by Yu. Petruk, 2024-2025):
 A – *Schoenus ferrugineus* L., B – *Epipactis palustris* (L.) Crantz.,
 C – *Pinguicula vulgaris* L., D – *Neottia ovata* Bluff & Fingerh.

Таблиця 1. Созологічна характеристика раритетних видів Білокриницького карбонатного болота
 Table 1. Sozological status of rare species of the Bilokrynytsia carbonate fen

Назва виду	Червона книга України	IUCN Red List*	Бернська конвенція	Список CITES	IUCN Red List Europe*
<i>Carex davalliana</i> Sm.	Вразливий	LC	Не включено	Відсутній	NE
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó.	Вразливий	LC	Не включено	Додаток II	LC
<i>Dactylorhiza majalis</i> (Rchb.) P.F. Hunt & Summerh.	Рідкісний	LC	Не включено	Додаток II	LC
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz.	Вразливий	LC	Не включено	Додаток II	LC
<i>Neottia ovata</i> Bluff & Fingerh.	Неоцінений	LC	Не включено	Додаток II	LC
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	Неоцінений	LC	Не включено	Додаток II	LC
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	Вразливий	LC	Не включено	Відсутній	NE
<i>Schoenus ferrugineus</i> L.	Вразливий	NE	Не включено	Відсутній	NE

Примітка: * – найменша загроза (LC), не оцінений (NE).

грунтах (D:2.1). Репрезентативність даного біотопу є найвищою, ступінь збереженості – високий (В) (Kuzemko, et al. 2022). Угруповання формації іржавосашниково–гіпнової *Schoeneto (ferruginei)*–*Hypneta* включені до Зеленої книги України (Zelena knyha Ukrayiny 2009).

У синтаксономічному відношенні рослинний покрив представлений класом *Scheuchzerio palustris-caricetea fuscae* Тх. 1937, порядком *Caricetalia davallianae* Br.-Bl. 1950.

Значну цінність становлять рідкісні рослинні ценози з унікальним типом асоційованості домінантів, що формуються на карбонатних болотах, де зростає *Schoenus ferrugineus*. Основна частина їх ареалу розташована в альпійській зоні, з окремими локалітетами на півдні та сході, а в Україні такі біотопи знаходяться на східній межі поширення і трапляються на Малому Поліссі, Волинському плато, Західному Поділлі (Львівська, Рівненська, Хмельницька області) та охороняються за Директивою Ради Європи 92/43/ЄЕС (№ 7210) (Chervona knyha Ukrainy 2009; Prodromus ... 2019).

Слід зазначити, що рослинність дослідженої ділянки, внаслідок осушення і надмірного антропогенного навантаження, дуже потерпає від інвазій чужорідних видів – *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L. Ці види заселились спочатку уздовж ґрунтових доріг та поступово проникають у болотні угруповання. Зокрема *Solidago canadensis* вже заповнив значні площі та співдомінує з *Phragmites australis* у верхньому ярусі, його частка на окремих ділянках сягає до 70-100 %.

Крім інвазій чужорідних видів, основними загрозами для даного болотного масиву зазначають осушувальну меліорацію, евтрофізацію та сільватизацію (Didukh, Shtogryn 2024), а також, ми відмітили наявність стихійних сміттєзвалищ, забруднення побутовим сміттям.

У ході експедиції на території болотного масиву виявлено також ознаки життєдіяльності бобра (обгризені та повалені дерева, стежки), що свідчить про оселення цих тварин в даному біотопі. Бобер європейський (*Castor fiber* L.) віднесений до Червоного списку МСОП, охороняється Бернською конвенцією та Конвенцією про збереження мігруючих видів деяких тварин (CMS). На підставі Резолюції № 6 Бернської конвенції «Про перелік видів, що потребують спеціальних заходів для їх збереження» бобер європейський є серед видів, для яких Україна створює Смарагдову мережу (Vasyliuk et al. 2019). Бобри сприяють

збагаченню природних ландшафтів, покращенню гідрологічного режиму та якості води, створюючи умови для розвитку болотного середовища існування, що вкрай важливо для збереження досліджуваного біотопу.

Крім зазначеного, Білокриницьке карбонатне болото визначається наступними цінностями: ресурсна (може бути генетичним резерватом цінних стенопотпних видів); кліматорегулююча (депонування вуглецю); водоохоронна (підтримка рівня ґрунтових вод, накопичувач прісної води, регулятор стоку, забезпечує формування та водно-мінеральне живлення джерел, очистку води).

Пропозиції

Зважаючи на значну природоохоронну, наукову, еколого-освітню та інші цінності, задля збереження вищеназваного урочища запропоновано створити на території с. Білокриниця Кременецької міської громади Кременецького району Тернопільської області ботанічний заказник місцевого значення «Білокриницьке карбонатне болото» загальною площею 34,0914 га.

Після оголошення ботанічного заказника місцевого значення пропонуються обмеження у використанні земель, які необхідно зафіксувати у Положенні про заповідний об'єкт. Найбільш важливо не допускати змін гідрологічного режиму даної території. Необхідно оголосити ділянку довкола охоронною смугою не менше 10 м та не допускати утворення смітників і звалищ, використання міңдобрив, пестицидів, ксенобіотиків, забудови та осушення у цій смузі. На найближчі 5 років необхідні такі заходи: підтримка гідрологічного режиму, відновлення обводненості, боротьба з чужорідними видами, забезпечення території інформаційними знаками тощо.

Висновки

Алкотрофні болота, до яких відноситься досліджений масив, є одними з найбільш уразливих та цінних (І клас) біотопів Кременеччини. Охорона та збереження даної екосистеми виконуватимуть історичну, природоохоронну, наукову, водозахисну та кліматорегулюючу функції. У межах масиву Білокриницького карбонатного болота виявлені 8 рідкісних видів рослин, 5 з яких охороняються також і міжнародними угодами; 3 асоціації раритетних угруповань із Зеленої книги України, оселища Резолюції 4 Бернської конвенції D4.1, Додатку I Оселищної Директиви.

Окрім того, досліджений болотний комплекс з унікальною рослинністю у його складі не

наводиться для території Тернопільської області у Зеленій книзі України (Zelena knyha Ukrainy 2009), а вид *Schoenus ferrugineus* за даними Червоної книги України (Chervona knyha Ukrainy 2009) не відзначений у складі флори Тернопільщини.

Наявність рідкісних болотних видів та їх угруповань є підставою для оголошення даної території охоронюваною. Задля збереження та охорони даного об'єкта запропоновано надати зазначеному

болотному масиву природоохоронний статус ботанічного заказника місцевого значення.

Подяка

Автори щиро вдячні доценту кафедри екології біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка кандидату біологічних наук Марині Євгенівні Рагуліній за допомогу у визначенні бріофітів.

- BESSER, W.G. (1822) *Enumeratio plantarum hucusque in Volhynia, Podolia, gub. Kijoviensis, Bessarabia cisthyraica et circa Odessam collectarum, simul cum observationibus in Primitias Florae Galiciae Austriacae*. Vilnae.
- BRADIS, Ye.M. (1957) Roslynnist skhidnoi chastyny Maloho Polissia ta pytannia botaniko-georafichnoho raionuvannia zakhidnykh oblastei URSR [Vegetation of the eastern part of Small Polissya and the issue of botanical and geographical zoning of the western regions of the Ukrainian SSR]. *Ukrainian botanical journal*, 14(4), 3–13. (in Ukrainian)
- BRADIS, Ye.M., BACHURINA, H.F. (1969) *Bolota URSR* [Bogs of the Ukrainian SSR]. Naukova Dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964) *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer, Wien.
- CHERVONA KNYHA UKRAINY. ROSLYNNYI SVIT [The Red Data book of Ukraine] (2009) Didukh, Ya.P. (Ed.). Hlobalkonsaltnyh, Kyiv. (in Ukrainian)
- DIDUKH, Ya., SHELIAH-SOSONKO, Yu. (2003) Heobotanichne raionuvannia Ukrainy ta sumizhnykh terytorii [A geobotanical zoning of Ukraine and boarding territories]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 60(1), 6–17. (in Ukrainian)
- DIDUKH, Ya., SHTOGRYN, M. (2024) Desiat ridkisnykh biotopiv Kremenetskykh hir [Ten rare biotopes of the Kremenets Mountains]. *Proceedings of the II International scientific conference "Besseriivski pryrodnoznavchi studii"*, Vol. II. Kremenets, 24–25 September 2024. KOGPA im. Tarasa Shevchenka, pp. 22–25. (in Ukrainian)
- EKOLOHOCHNYI PASPORT TERNOPILSKOI OBLASTI (2024) Available from: https://ecology.te.gov.ua/media/uploads/еконпаспорт_2024_compressed.pdf (accessed 22.09.2025)
- GAŁKA, M., SZAL, M., WATSON, E.J., GALLEGOSALA, A., AMESBURY, M.J., CHARMAN, D.J., ROLAND, T.P., TURNER, T.E., SWINDLES, G.T. (2017) Vegetation succession, carbon accumulation and hydrological change in subarctic peatlands, Abisko, Northern Sweden. *Permafrost and Periglacial Processes*, 28(4), 589–604. <https://doi.org/10.1002/ppp.1945>
- GROOTJANS, A.P., ADEMA, E.B., BLEUTEN, W., JOOSTEN, H., MADARAS, M., JANÁKOVÁ, M., MIDDLETON, B. (2006) Hydrological landscape settings of base-rich fen mires and fen meadows: an overview. *Applied Vegetation Science*, 9(2), 175–184. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2006.tb00666.x>
- HÁJEK, M., HORSÁK, M., HÁJKOVÁ, P., DÍTĚ, D. (2006) Habitat diversity of central European fens in relation to environmental gradients and an effort to standardise fen terminology in ecological studies. *Perspectives in Plant Ecology*, 8, 97–114. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2006.08.002>
- KARTY UKRAINY (2008) Maps of Ukraine. Available from: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-7.html> (accessed 03.10.2025). (in Ukrainian)
- KOCZWARA, M. (1926) Flora i wegetacja okolic Krzemieńca. *Ziemia*, 11(6), 82–86.
- KOTOV, M.I. (1955) Florystychni osoblyvosti pohranychnoi smuhy Opillia ta Volynskoho lisostepu [Floristic features of the border strip of Opillya and Volyn Forest-Steppe]. *Botanical journal of the USSR*, 12(3), 78–90. (in Ukrainian)
- KUZEMKO, A., DIDUKH, Ya., ONYSHCHENKO, V., SHEFFER, Ya. (2022) *Natsionalnyi kataloh biotopiv Ukrainy* [National catalog of biotopes of Ukraine]. FOP Klymenko Yu.Ya., Kyiv. (in Ukrainian)
- KUZEMKO, A., SADOHURSKA, S., VASILIUUK, A. (2017) *Thumachnyi posibnyk oselyshch Rezoliutsii No. 4 Bernskoi konventsii, shcho znakhoditsia pid zahrozoiu i potrebuie spetsialnykh zakhodiv okhorony* [Explanatory guide to settlements of Resolution No. 4 of the Berne Convention, which are under threat and require special protection measures]. Kyiv. (in Ukrainian)
- MACKO, S.O. (1935) O niektórych rzadczych gatunkach roślinnych na Wołyniu. *Kalendarz Ziemi Wschodnich*, 1, 234–238.
- MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND NATURAL RESOURCES OF UKRAINE (2020) Pro zatverdzhennia perelikiv ridkisnykh i takykh, shcho perebuvaiut pid zahrozoiu znyknennia, ta typovykh pryrodnykh roslynnykh uhrupovan, yaki pidliahaiut okhoroni i zanosiaisia do Zelenoi knyhy Ukrainy, ta pryrodnykh roslynnykh uhrupovan, yaki vylucheni iz Zelenoi knyhy Ukrainy: Nakaz Ministerstva zakhystu dovykillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy №368, 17.12.2020. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0130-21#Text> (in Ukrainian)

- MOTYKA, J. (1947) *Rozmieszczenie i ekologia roślin naczyniowych na północnej krawędzi zachodniego Podola*. Nakładem Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- NATSIONALNYI ATLAS UKRAINY (2008) Institute of Geography NAS of Ukraine. Cartography. Available from: https://atlas.igu.org.ua/maps_elektron.html (in Ukrainian)
- NEZYK, M.V., HASEKVYCH, V.H. (2015) *Torfovi grunty Maloho Polissya: monografiya* [Peat soils of the Small Polissya: monograph]. LNU imeni Ivana Franka, Lviv. (in Ukrainian)
- ONUK, L.L. (2016) Helofitna roslynnist Natsionalnoho pryrodnoho parku "Kremenetski hory" Ternopil'ska oblast. *Proceedings of the III Ukrainian scientific-practical conference "Pidvyshchennya imidzhu pryrodopovidannya"*. Kremenets, Ukraine, October 12–13, 2016. TOV "PAPIRUS-K", pp. 131–136. (in Ukrainian)
- OSELYSHCHNA KONTSEPTSIYA ZBEREZHENNIA BIORIZNOMANITTIA: BAZOVI DOKUMENTY YEVIROPEISKOHO SOIUZU (2012) [Habitat concept of biodiversity protection: basic documents of the European Union] Kahalo, O.O., Prots, B.G. (Eds.) ZUKC, Lviv. Available from: http://www.naturexperts.org/wp-content/uploads/2020/10/hd_manual_documents.pdf (accessed 03.10.2025). (in Ukrainian)
- PANEK, J. (1939) Roślinność stepowa i naskalna lessowego Wołynia. *Rocznik Wołyński*, 8, 57–79.
- PRODRUMUS ROSLYNNOSTI UKRAINY (2019) Dubyna, D.V., Dziuba, T.P. (Eds.). Naukova Dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
- PUBLICHNA KADASTROVA KARTA UKRAINY (2025) Available from: <https://kadastrova-karta.com.ua/?cad=6123480700:01:001:0724> (accessed 22.09.2025). (in Ukrainian)
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT (2015) *Resolution XII.11 Peatlands, climate change and wise use: Implications for the Ramsar Convention*. Available from: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/cop12_res11_peatlands_e.pdf (accessed 13.09.2025)
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT (2018a) *Resolution XIII.12 Guidance on identifying peatlands as Wetlands of International Importance (Ramsar Sites) for global climate change regulation as an additional argument to existing Ramsar criteria*. Available from: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/xiii.12_identifying_peatlands_ramsar_sites_e.pdf (accessed 13.09.2025)
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT (2018b) *Resolution XIII.13 Restoration of degraded peatlands to mitigate and adapt to climate change and enhance biodiversity and disaster risk reduction*. Available from: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/xiii.13_peatland_restoration_e.pdf (accessed 13.09.2025)
- SHTOHRYN, M.O., BAYRAK, O.M., ONYSHCHENKO, V.A., TSARYK, L.P., BONDAR, O.I., BOHOMAZ, M.V., LUKISHA, V.V., ONUK, L.L., TSARYK, P.L., SHTOHUN, A.O., TYMOSHENKO, O.L., LYPKA, L.O., DOVHANYUK, I.Ya. (2017) *Natsionalnyi pryrodnyi park "Kremenetski hory": suchasnyi stan ta perspektyvy zberezhennya, vidtvorennya, vykorystannya pryrodnych kompleksiv ta istoryko-kul'turnykh tradytsii* [Kremenets Mountains National Park: current state and prospects for conservation, restoration, and use of natural complexes and historical-cultural traditions]. VTO Typohrafiya vid A do Ya, Kyiv. (in Ukrainian)
- SINGALEVYCH, O.V., BEREZOVSKA, G.O., GRUNINA, S.O., ZAJSHLYJ, O.M., KOZAK, O.P., LENKIV, I.V., FYZHYK, M.B. (2024) *Regionalna dopovid pro stan navkolyshnogo pryrodnoho seredovyshha v Ternopil'skij oblasti u 2023 roci* [Regional report on the state of the natural environment in the Ternopil region in 2023]. Ternopil. (in Ukrainian)
- TORFOWISKA ALKALICZNE W POLSCE – ZRÓŻNICOWANIE, ZASOBY, OCHRONA (2019) Wołejko, L., Pawlaczyk, P., Stańko, R. (Eds.). Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin, Poland.
- TSARYK, L., TSARYK, P., TSARYK, V. (2020) Zapovidni hidrolohichni obiekty: yikh stan i rol v umovakh posylenoho antropohenezu i arydyzatsii klimatu. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya: Heohrafiya*, 49(2), 194–204. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.20>
- VASYLIUK, O., BORYSENKO, K., KUZEMKO, A., MARUSHCHAK, O., TESTOV, P., HRYNYK, Y. (2019) *Proektuvannya i zberezhennya terytorii merezhi Emerald (Smaragdovoi merezhi): Metodichni materialy* [Design and conservation of Emerald Network territories: Methodical materials]. LAT & K, Kyiv. (in Ukrainian)
- WORLD FLORA ONLINE (2025) Available from: <http://www.worldfloraonline.org/> (accessed 13.10.2025)
- YANKOVSKA, L.V. (2017) *Potentsial stiikosti landshaftiv Ternopil'skoi oblasti do antropohennoho navantazhennia: Monohrafiya* [Potential resilience of landscapes in the Ternopil region to anthropogenic impact: Monograph]. TNPU, Ternopil. Available from: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/13356/1/Yankovska_3.pdf (accessed 13.10.2025). (in Ukrainian)
- ZAVERUKHA, B.V. (1963) Narys roslynnosti Kremenetskykh hir [Essay of the vegetation of the Kremenets Mountains]. In: *Pytannia fiziologii, tsytoembriologii i flory Ukrainy*. Vydavnytsvo AN URSR, Kyiv, pp. 81–100. (in Ukrainian)
- ZAVERUKHA, B.V. (1985) *Flora Volyno-Podoliya i ieio genezis* [Flora of Volyn-Podillia and its genesis]. Naukova Dumka, Kyiv.
- ZELENA KNYHA UKRAINY (2009) [The Green Data book of Ukraine] Didukh, Ya.P. (Eds.) Alterpres, Kyiv. (in Ukrainian)

Дата першого надходження статті до видання: 16.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ПАВУКИ (ARANEAE) ЛУЧНО-СТЕПОВИХ ЕКОСИСТЕМ БУКОВИНСЬКОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ. ПЕРШИЙ ЕТАП ДОСЛІДЖЕННЯ

Ніна ПОЛЧАНІНОВА^{1,3}, Галина МОСКАЛИК², Микола БУРДЕЙНИЙ², Костянтин СОСНОВСЬКИЙ², Рувім ШЕЛГАЧОВ², Марія ФЕДОРЯК²

Трав'яні екосистеми є одними з найбільш трансформованих внаслідок людської діяльності, а їхня площа продовжує скорочуватися. Ізольованість фрагментів, вплив хаотичних палів, зміна господарювання від надмірного випасу до його відсутності, а також близькість штучних лісових насаджень спричиняють деградацію лучних степів та їх заростання деревною і чагарниковою рослинністю. Проте природні та напівприродні трав'яні біотопи залишаються осередками біорізноманіття в агроландшафті, а їхня біота потребує всебічного вивчення. Ми дослідили ділянки зі степовою та лучно-степовою рослинністю поблизу с. Заволока Чернівецької області та виявили 48 видів герпетобіонтних павуків із 18 родин. Найкраще були представлені родини Gnaphosidae (15 видів) і Lycosidae (7 видів), тоді як інші родини налічували від одного до п'яти видів. Одинацять видів є новими для фауни області; чотири з них – *Dysdera hungarica* Kulczynski, 1897, *Micaria ticans* (Blackwall, 1858), *Nematogmus sanguinolentus* (Walckenaer, 1841), *Episinus truncatus* Latreille, 1809 – рідкісні, мозаїчно поширені в Україні. Угрупування павуків мали високе альфа-різноманіття. Доманінтні комплекси склалися з шести видів; переважали представники родини Lycosidae, що є характерним для лучно-степових угруповань. Найчастіше траплялися *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757), *Aulonia albimana* (Walckenaer, 1805), *Arctosa lutetiana* (Simon, 1876) та *Pardosa bifasciata* (C. L. Koch, 1834). Висока чисельність *Zora spinimana* (Sundevall, 1833) з родини Miturgidae у лучно-степових оселищах раніше не спостерігалася. Порівняння аранеофауни лучно-степових біотопів лісової та лісостепової зон України показало, що з-поміж 162 виявлених видів 36 (22%) є широко розповсюдженими, а 102 (63%) зафіксовані тільки у одній-двох локаціях, хоча в основному ці види мають європейське або палеарктичне поширення. Це свідчить про певну специфічність кожної ділянки, обумовлену географічним положенням та інсуляризацією природних ґрасландів, що підтверджує їхнє значення для збереження різноманіття павуків і локального біорізноманіття в цілому.
Ключові слова: павукоподібні, інвентаризація фауни, рідкісні види, структура угруповань, сухі ґрасланди, біорізноманіття, Україна.

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна; n.polchaninova@karazin.ua

²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, Чернівці, 58012, Україна; g.moskalyk@chnu.edu.ua, burdeinyi.mykola@chnu.edu.ua, sosnovskyi.kostiantyn@chnu.edu.ua, shelhashov.ruvim@chnu.edu.ua, m.fedoriak@chnu.edu.ua

³Національний природний парк «Гомільшійські ліси», вул. Монастирська, 27, Коробів Хутір, Харківська обл., 63436, Україна

Полчанінова Н.: <https://orcid.org/0000-0003-4605-8788>

Москалик Г.: <https://orcid.org/0000-0002-4772-9558>

Бурдейний М.: <https://orcid.org/0009-0008-2852-4670>

Сосновський К.: <https://orcid.org/0009-0002-0058-3245>

Шелгачов Р.: <https://orcid.org/0009-0006-4337-2017>

Федоряк М.: <https://orcid.org/0000-0002-6200-1012>

Spiders (Araneae) of the Meadow-steppe ecosystems of the Bukovynian Ciscarpathians. The first stage of research
Polchaninova N.¹, Moskalyk H.², Burdeinyi M.², Sosnovskyi K.², Shelhashov R.², Fedoriak M.²

Grassland ecosystems are among the most transformed by human activity, and they continue to shrink in area. Grassland fragmentation, uncontrolled fires, changes in management from overgrazing to complete cessation, and proximity to artificial forest plantations result in vegetation degradation and encroachment of woody and shrub vegetation. Nevertheless, natural and semi-natural grassy habitats remain biodiversity hotspots in the agricultural landscape,

and their biota require comprehensive study. We investigated a site with steppe and meadow-steppe vegetation near the village of Zavoloka in the Chernivtsi region and found 48 species of ground-dwelling spiders belonging to 18 families. The Gnaphosidae family was best represented with 15 species, followed by the Lycosidae with seven species. Other families are encountered with one to five species. Of these, eleven species are new to the regional fauna, and four are rare and have mosaic distribution throughout Ukraine (*Dysdera hungarica* Kulczynski, 1897, *Micaria micans* Blackwall, 1858, *Nematogmus sanguinolentus* Walckenaer, 1841, and *Episinus truncatus* Latreille, 1809). Spider assemblages exhibited high alpha diversity. Their dominant complexes comprised six species. The representatives of the Lycosidae prevailed, which is typical of meadow-steppe communities. The most abundant were *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757), *Aulonia albimana* (Walckenaer, 1805), *Arctosa lutetiana* (Simon, 1876), and *Pardosa bifasciata* (C. L. Koch, 1834). The high abundance of *Zora spinimana* (Sundevall, 1833) of the family Miturgidae added local features. A comparison of the local araneofauna of meadow-steppe habitats in the forest and forest-steppe zones of Ukraine revealed that, of the 162 recorded species, 36 (22%) were widespread and 102 (63%) were only found in one or two localities, although most of them have a European or Palearctic distribution. This indicates the specificity of each site due to its geographical location and the insularisation of natural grasslands. This confirms the importance of the meadow-steppe habitats for maintaining spider diversity and local biodiversity as well.

Key words: arachnids, inventory of the fauna, rare species, assemblage structure, dry grasslands, biodiversity, Ukraine.

¹V.N. Karazin Kharkiv National University Svobody sq. 4, 61022 Kharkiv, Ukraine; e-mail: n.polchaninova@karazin.ua

²Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Kotsiubinskyi str. 2, Chernivtsi, 58012, Ukraine; g.moskalyk@chnu.edu.ua, burdeinyi.mykola@chnu.edu.ua, sosnovskyi.kostiantyn@chnu.edu.ua, shelhachov.ruvim@chnu.edu.ua, m.fedoriak@chnu.edu.ua

³National Park "Homilshanski Lisy", Monastyr'ska str., 27, Korobiv Khutir Village, Kharkiv Region, 63436, Ukraine Polchaninova N.: <https://orcid.org/0000-0003-4605-8788>

Moskalyk H.: <https://orcid.org/0000-0002-4772-9558>

Burdeinyi M.: <https://orcid.org/0009-0008-2852-4670>

Sosnovskyi K.: <https://orcid.org/0009-0002-0058-3245>

Shelhachov R.: <https://orcid.org/0009-0006-4337-2017>

Fedoriak M.: <https://orcid.org/0000-0002-6200-1012>

Вступ

Будь-яка екосистема по-своєму важлива, унікальна та неповторна, проте лучно-степові заслужують на особливу увагу як науковців, так і управлінців. Це одна із найуразливіших екосистем не тільки в Україні, але й у світі через високе господарське значення і трансформування в агроекосистеми (Bonari et al. 2017; Dengler et al. 2020; Flobaum et al. 2024). Окрім трансформації трав'яного біому через розорювання, на його стан впливають зменшення площі та перетворення на ізольовані псевдоострівні системи, хаотичні часті випалювання, надмірне випасання худоби або полишення пасовищ, їхня деградація і природне заростання деревно-чагарниковою рослинністю, лісонасадження, забудова, а зараз ще й бойові дії, наслідок яких ще належить оцінити (Shyriaieva 2018; Vasyliuk, Norenko 2019; Nobohm et al. 2021).

Лучно-степові екосистеми представлені флористично багатими мезоксерофільними злаково-різнотравними угрупованнями, які слугують середовищем існування для відповідного комплексу інших живих організмів. Трав'яні екосистеми виконують ключові функції в регулюванні гідрологічних циклів, запобіганні ерозії ґрунтів, поглинанні вуглецю, забезпеченні кормової бази для тва-

рин (Didikh 2018; Shtohryn, Shtohun 2022; Chusova et al. 2022). Вони надають різноманітні екологічні послуги, включно з пом'якшенням наслідків кліматичних змін і забезпеченням екологічної стабільності довкілля (Vasyliuk, Ilminska 2020). Еколого-ценотичні та флористичні особливості степів Буковинського Прикарпаття описані у І. Коротченко та А. Токарюк (Korotchenko, Tokariuk 2005).

Для нормального їхнього функціонування біомаса повинна вилучатися сінокосінням або випасом свійських тварин, проте зі зміною господарювання території починають заростати чагарниками, у складі трав'яних угруповань все більше з'являються адвентивні та інвазійні види (Tokariuk et al. 2018; Shtohryn, Shtohun 2022). Наведені дані свідчать про активізацію трансформаційних процесів у лучно-степових екосистемах. З огляду на вище зазначене, виникає необхідність постійного моніторингу їхнього біорізноманіття науковцями та збереження та захисту з боку управлінців. Інвентаризація фауни – це перший етап у вивченні біорізноманіття, який надає порівняльний матеріал для оцінки збереженості екосистем і розробки природоохоронних заходів.

Комплексне вивчення біоти є необхідним для розуміння повноти процесів, що відбуваються

в екосистемах під впливом природних і антропогенних чинників. Павуки є багатою за видовим складом і різноманітною за екологічними характеристиками групою членистоногих, що населяє усі біотопи суходолу. Вони мешкають у різних ярусах рослинності, мають різну рухливість, але здебільшого швидко розселяються та реагують на зміни екологічних умов і наявність здобичі. Павуків часто використовують у біоіндикації екосистем (Fedoriak 2011; Solascasas et al. 2022), у тому числі різних грасландів (Basavegowda et al. 2024).

Історія аранеологічних досліджень Північної Буковини, яка переважно лежить у межах Чернівецької області, має більше ста років. На початку 20-го століття вагомий внесок у вивчення павуків зробив А. Рошка (Roşca 1930; 1936). Його спадщина була оцінена та проаналізована М.М. Федоряк (Fedoriak 2015). Ретроспективний аналіз аранеофауни дозволив уточнити старі знахідки та зафіксувати зміни у сучасному видовому складі павуків (Fedoriak 2015; Fedoriak et al. 2012; 2016). Найкраще досліджені синантропні павуки у розрізі аранеоіндикації урбоекосистем (Fedoriak 2011; Fedoriak et al. 2010). Також є відомості про угруповання павуків окремих лісових, прибережних та пасквальних біотопів (Yevtushenko, Fedoriak 2003; Fedoriak et al. 2007; 2008), проте трав'яні екосистеми ще потребують детального вивчення.

Метою представленої роботи було встановити видовий склад і структуру угруповань павуків у лучно-степових екосистемах локалітету Заволока, виявити нові для досліджуваного регіону види та порівняти локальні аранеофауни лучно-степових оселищ у різних регіонах лісової та лісостепової зони України.

Матеріали і методи

У рамках програми European Arachnid Biodiversity Research: Spider and Harvestman Diversity of the Steppe Ecosystems of Ukraine, співробітницею Музею природи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (ХНУ) та викладачами і студентами кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (ЧНУ) проведено вивчення видового складу та екологічного різноманіття павуків лучно-степових екосистем в околицях с. Заволока Чернівецької області.

За фізико-географічним районуванням України (Natsionalnyi atlas ... 2007) досліджувана територія належить до Вашковецько-Глибоцького району Передкарпатської височинної області Гірського

краю Українські Карпати. Згідно з геоботанічним районуванням, ця місцевість належить до Вашковецько-Глибоцького району Карпатського (Рахівсько-Туркувсько-Берегометського) округу Східнокарпатської гірської підпровінції Центрально-європейській провінції в межах Європейської широколистянолісової області. Це район дубово-букових лісів і остепненої лучної рослинності (Neobotanichne raionuvannia ... 1977).

На дослідженій території розташовані ботанічний заказник «Мальованка» та ботанічна пам'ятка природи «Ділянка степової флори». Рослинність представлена ксеромезофільними та мезоксерофільними злаково-різнотравними угрупованнями (Budzhak 2020).

Павуків збирали ґрунтовими пастками від 18 травня до 7 липня 2025. Було обрано три дослідні ділянки, вкраплені в агроландшафт. (Рис. 1). На кожній в одну лінію виставлено по 9 пасток, вкопаних на відстані 10 м одна від одної. Пастками слугували 300-грамові пластикові ємності з діаметром отвору 6,5 см із 30–40 % розчином етиленгліколю як консервантом.



Рис. 1. Розташування дослідних ділянок для вивчення павуків лучно-степових біотопів локалітету Заволока (Чернівецька обл.). Базова карта: Google Earth. Умовні позначення – див. Матеріал і методика.

Fig. 1. Study plots for spider research in the meadow-steppe habitats of the Zavoloka locality (Chernivtsi region). Base map: Google Earth. For the abbreviations, see Materials and Methods.

Дослідна ділянка 1 (L1) – 48°15'25.5"N 25°53'31.4"E; 245 м н. р. м. Середина схилу поблизу кар'єру, характеризується розрідженим трав'яним покривом (близько 60–70 %). Рослинність представлена ксеромезофільними та мезоксерофільними видами, типовими для лучно-степових біотопів.

Дослідна ділянка 2 (L2) – 48°15'21.8"N 25°53'25.8"E; 252 м н. р. м. Вершина схилу біля кар'єру, трав'яний покрив високий і густий (проективне покриття понад 90 %). У складі угруповання домінують багаторічні дернинні злакові та різнотрав'я, що створює більш-менш стабільний мікроклімат приземного шару.

Дослідна ділянка 3 (L3) – 48°15'00.2"N 25°53'47.8"E; 281 м н. р. м. Розташована на високому схилі до заплави, характеризується добре сформованим трав'яним покривом, в якому домінує *Stipa capillata* L. Рослинність має чітко виражену степову структуру з мезоксерофітних та ксерофітних видів.

Пастки перевіряли приблизно раз на два тижні; дати експозиції – 18.05–3.06; 3.06–17.06; 17.06–01.07 і 1–07.07.2025. Зібраний матеріал опрацьовано у лабораторних умовах на кафедрі екології та біомоніторингу ЧНУ; безхребетні розібрані за таксономічними групами. Павуки налічували 398 екземплярів, з них 332 статевозрілі.

Для визначення павуків використовували онлайн-ресурси Spiders of Europe (Nentwig et al. 2026) і Les araignées de Belgique et France (Oger 2026). У анотованому списку назви таксонів наведені за World Spider Catalogue (WSC 2026), для кожного виду вказана ділянка, яку для стислості ми позначили L1, L2, L3 відповідно до виставлених ліній пасток, кількість самців (m) і самок (f) і дати зборів. Види, вперше виявлені в Чернівецькій області, марковані знаком оклику (!). Матеріал зберігається у фондовій колекції Музею природи ХНУ (код міжнародної реєстрації KUMN, куратори N. Polchaninova & I. Muravjova).

Альфа-різноманіття павуків оцінювали за загальноприйнятими показниками: індекс видового різноманіття Шеннона, індекс домінування Симпсона та індекс вирівняності Пілоу. Розрахунки проводили у програмі PAST з використанням бутстреп-аналізу для встановлення варіабельності показників (Hammer et al. 2001). Для порівняння угруповань павуків за видовим складом і відносною чисельністю видів використано індекс Ренконена (Magurran 1991). Структура домінування павуків оцінена за шкалою Тішлера (Tischler 1949); до домінантного комплексу включені види у рангах еудомінанта ($n > 10$ % зібраних особин) та домінанта ($5 \leq n \leq 10$ %).

Для з'ясування поширення видів у лучно-степових біотопах України, ми порівняли видовий склад павуків-герпетобіонтів, зібраних ґрунтовими пастками у шести локаціях: (1) Львівська обл., Голोगори, сс. Стінка, Червоне, Голгірки

(Hirna 2016); (2) Чернівецька обл., Буковинське Передкарпаття, сс. Костянці, Брусниця, Заволока (Fedoriak et al. 2008; власні дані); (3) Тернопільська обл., південний захід Подільської височини, Дністровський каньйон, сс. Городок, Зелений Гай, Касперівці, Колодрібка, Нирків, Сіньків, (Fedoriak et al. 2018; Hirna 2022; власні дані), (4) Київська обл., Придніпровська височина, околиці м. Ржищів, с. Уляники та екостанції «Глибокі Балики» (Polchaninova et al. 2023; власні дані), (5) Сумська обл., Середньоруська височина, заповідник «Михайлівська Цілина», сс. Катеринівка, Степове (Polchaninova, 1990; власні дані), (6) Харківська обл., Середньоруська височина, РЛП «Великобурлуцький степ», с. Нестерівка (Polchaninova et al., 2023). Згідно з геоботанічним районуванням України, перші дві локації розташовані в області (зоні) широколистяних лісів, а решта чотири – в лісостеповій області. Зважаючи на те, що історія досліджень та об'єм даних дуже різняться, ми порівнюємо тільки наявність/присутність виду у виділених локаціях. Для побудови дендрограми фауністичної подібності використано метод невваженого попарного арифметичного середнього (UPGMA) як кластерний алгоритм та індекс Серенсена як міру подібності.

АНОТОВАНИЙ СПИСОК ВИДІВ ПАВУКІВ

Родина Agelenidae

1. *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757): L1, 1m, 1-07.07.2025.

Родина Atypidae

2. *Atypus muralis* Bertkau, 1890: L1, 1m, 17.06-1.07.2025; L3, 2m, 1-07.07.2025.

Родина Dysderidae

3. *Dysdera hungarica* Kulczyn'ski 1897: L2, 1f, 17.06-1.07.2025, 1f, 3-17.06.2025; L3, 1f, 18.05-3.06.2025.

Родина Gnaphosidae

4. *Drassodes lapidosus* (Walckenaer, 1802): L1, 1m, 3-17.06.2025.

5. *Drassodes pubescens* (Thorell, 1856): L1, 3m, 3-17.06.2025; 2m2f, 17.06-1.07.2025, 1m, 1-7.07.2025; L2, 2m, 18.05-3.06.2025, 2m, 17.06-1.07.2025, 1m, 1-7.07.2025; L3: 1m, 18.05-3.06.2025.

6. *Drassyllus praeficus* (L. Koch, 1866): L2, 2m, 17.06-1.07.2025.

7. *Drassyllus pusillus* (C. L. Koch, 1833): L1, 1f, 3-17.06.2025; L2, 2m, 17.06-1.07.2025.

8. *Gnaphosa lucifuga* (Walckenaer, 1802): L1, 1m, 18.05-3.06.2025, 1m, 3-17.06.2025, 1m, 1-7.07.2025; L2, 1m, 1-7.07.2025.

9. *Gnaphosa lugubris* (C. L. Koch, 1839): L1, 3m, 18.05-3.06.2025, 2m1f, 3-17.06.2025, 1f, 1-7.07.2025; L2, 1m1f, 18.05-3.06.2025, 2m, 3-17.06.2025, L3, 1m, 18.05-3.06.2025, 1m1f, 17.06-1.07.2025, 1m, 1-7.07.2025.

10. *Haplodrassus kulczynskii* Lohmander, 1942: L2, 1m4f, 18.05-3.06.2025, 1m2f, 17.06-1.07.2025.

11. *Haplodrassus signifer* (C. L. Koch, 1839): L1, 1f, 18.05-3.06.2025, 1m, 3-17.06.2025; L2, 1m, 18.05-3.06.2025, 1m, 17.06-1.07.2025, 1m, 1-7.07.2025; L3, 2m1f, 18.05-3.06.2025, 1m, 3-17.06.2025.

12. *Micaria formicaria* (Sundevall, 1831): L2, 1m, 1-7.07.2025.

13. *Micaria fulgens* (Walckenaer, 1802): L3, 1f, 18.05-3.06.2025.

14. *Micaria micans* (Blackwall, 1858): L2, 1f, 1-7.07.2025.

15. *Trachyzelotes pedestris* (C. L. Koch, 1837): L2, 2m, 18.05-3.06.2025, 1f, 1-7.07.2025; L3, 1m, 18.05-3.06.2025, 1f, 17.06-1.07.2025.

16. *Zelotes latreillei* (Simon, 1878): L1, 1f, 1-23.07.2025; L2, 1m, 18.05-3.06.2025, 3f, 17.06-1.07.2025.

17. *Zelotes longipes* (L. Koch, 1866): L1, 1f, 17.06-1.07.2025.

18. *Zelotes petrensis* (C. L. Koch, 1839): L1, 1f, 1-23.07.2025; L2, 1f, 3-17.06.2025, 1f, 1-23.07.2025; L3, 1f, 18.05-3.06.2025, 1f, 17.06-1.07.2025.

Родина Hahniidae

19. *Hahnina nava* (Blackwall, 1841): L1, 1f, 18.05-3.06.2025; L2, 1f, 17.06-1.07.2025.

Родина Linyphiidae

20. *Agyneta rurestris* (C. L. Koch, 1836): L8, 1f, 18.05-3.06.2025.

21. *Nematogmus sanguinolentus* (Walckenaer, 1841): L1, 1♀, 18.05-3.06.2025; L2, 1♂, 18.05-3.06.2025.

Родина Liocranidae

22. *Agroeca cuprea* Menge, 1873: L1, 1f, 17.06-1.07.2025; L2, 1f, 18.05-3.06.2025; L3, 1f, 1-7.07.2025.

23. *Agroeca lusatica* (L. Koch, 1875): L1, 1f, 1-7.07.2025.

Родина Lycosidae

24. *Alopecosa farinosa* (Herman, 1879): L1, 1f, 3-17.06.2025; L2, 1f, 3-17.06.2025.

25. *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757): L1, 12m, 18.05-3.06.2025, 8m, 3-17.06.2025; 1f, 1-7.07.2025; L2, 13m, 18.05-3.06.2025, 2m9f, 3-17.06.2025, 2f, 17.06-1.07.2025, 1f, 1-7.07.2025; L3, 1m, 18.05-3.06.2025, 1m, 3-17.06.2025.

26. *Arctosa lutetiana* (Simon, 1876): L1, 8m, 18.05-3.06.2025, 7m, 3-17.06.2025, 5m1f, 1-7.07.2025; L2, 4m, 18.05-3.06.2025, 4m,

3-17.06.2025, 1m2f, 17.06-1.07.2025, 6m, 1-7.07.2025; L3, 3m, 18.05-3.06.2025.

27. *Aulonia albimana* (Walckenaer, 1805): L1, 1m, 18.05-3.06.2025, 2m, 17.06-1.07.2025, 6m1f, 1-7.07.2025; L2, 1m, 18.05-3.06.2025, 20m3f, 17.06-1.07.2025, 2m, 1-7.07.2025; L3, 1m, 18.05-3.06.2025, 2m1f, 1-7.07.2025.

28. *Pardosa bifasciata* (C. L. Koch, 1834): L1, 6m5f, 17.06-1.07.2025; L2, 2m, 3-17.06.2025, 1f, 1-7.07.2025.

29. *Trochosa robusta* (Simon, 1876): L1, 1m, 18.05-3.06.2025, 1f, 17.06-1.07.2025; L2, 1m, 3-17.06.2025; L3, 3m, 18.05-3.06.2025.

30. *Trochosa terricola* Thorell, 1856: L1, 2f, 1-7.07.2025; L2, 4m, 1-7.07.2025; L3, 1f, 1-7.07.2025.

Родина Mimetidae

31. *Ero apha* (Walckenaer, 1802): L3, 1f, 1-7.07.2025.

Родина Muturgidae

32. *Zora pardalis* Simon, 1878: L1, 1m, 18.05-3.06.2025.

33. *Zora silvestris* Kulczyn'ski, 1897: L1, 1m, 18.05-3.06.2025, 1f, 1-7.07.2025; L2, 2m, 17.06-1.07.2025, 4m, 1-7.07.2025; L3, 2m, 1-7.07.2025.

34. *Zora spinimana* (Sundevall, 1833): L1, 1f, 3-17.06.2025, 1f, 17.06-1.07.2025, 5m2f, 1-7.07.2025; L2, 1m, 3-17.06.2025, 8m1f, 17.06-1.07.2025, 1f, 1-7.07.2025.

Родина Philodromidae

35. *Thanatus arenarius* L. Koch, 1872: L1, 1m, 3-17.06.2025, 3f, 17.06-1.07.2025; L2, 1m, 3-17.06.2025.

Родина Phrurolithidae

36. *Phrurolithus festivus* (C. L. Koch, 1835): L2, 6m2f, 3-17.06.2025, 1m, 17.06-1.07.2025; L3, 1f, 1-7.07.2025.

Родина Pisauridae

37. *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1757): L1, 1m1f, 3-17.06.2025; L2, 1m, 3-17.06.2025.

Родина Salticidae

38. *Asianellus festivus* (C. L. Koch, 1834): L1, 1m, 3-17.06.2025, 2f, 17.06-1.07.2025; L2, 1m, 1-7.07.2025.

39. *Euophrys frontalis* (Walckenaer, 1802): L1, 1m, 1-7.07.2025; L2, 1m, 1-7.07.2025; 2m, 17.06-1.07.2025.

40. *Sibianor aurocinctus* (Ohlert, 1865): L1, 1f, 1-7.07.2025.

Родина Sparassidae

41. *Micrommata virescens* (Clerck, 1757): L2, 1f, 18.05-3.06.2025.

Родина Theridiidae

42. *Episinus truncatus* Latreille, 1809: L1, 1f, 17.06-1.07.2025.

43. *Euryopsis flavomaculata* (C. L. Koch, 1836): L1, 1m, 17.06-1.07.2025, 1f, 1-7.07.2025; L2, 1m, 17.06-1.07.2025; L3, 1m, 18.05-3.06.2025.

Родина Thomisidae

44. *Bassanioides robustus* (Hahn, 1832): L1, 2m, 17.06-1.07.2025.

45. *Ozyptila claveata* (Walckenaer, 1937): L1, 2m, 18.05-3.06.2025; L2, 1m, 18.05-3.06.2025; L3, 2m1f, 18.05-3.06.2025.

46. *Xysticus cristatus* (Clerck, 1758): L1, 1m, 18.05-3.06.2025.

47. *Xysticus kochi* Thorell, 1872: L3, 1m, 18.05-3.06.2025.

Родина Zodariidae

48. *Zodarion rubidum* Simon, 1914: L2, 1m, 17.06-1.07.2025.

Результати та обговорення

Видовий склад. За результатами наших досліджень у травні–липні 2025 р. в околицях с. Заволока виявлено 48 видів павуків із 18 родин. 3-поміж них 11 видів (22,9 % видового списку) є новими для фауни Буковинського Передкарпаття, а також для Чернівецької області. Ці види притаманні відкритим трав'яним біотопам (Růžička, Řezáč 2022; Polchaninova et al. 2023; Nentwig et al. 2026), і такий істотний внесок у регіональну фауну за короткочасні дослідження свідчить про недостатню вивченість павуків сухих грасландів області. Привертає увагу знахідка *Micaria micans*. Цей вид був уперше наведений для України з Волинського Полісся (Hirna 2021), але через його подібність до *M. pulicaria* усі реєстрації останнього виду в Україні потребують перевірки. Наразі *M. micans* достовірно відомий зі Львівської (Hirna, Zhukovets 2022), Донецької (Прокопенко 2023) та Луганської (Borovyuk et al. 2024) областей. *Atypus muralis* притаманний сухим грасландам, широко розповсюджений у степовій зоні, а у лісовій та лісостеповій трапляється у ксеротермних оселищах. У західних областях України відомий локально (Yanul et al. 2022). *Dysdera hungarica* знайдений в семи областях України, частіше за все в Криму (Kovblyuk, Kastrygina 2015), населяє як ліси, узлісся та парки, так і кам'яністі степові схили. *Zodarion rubidum* реєструється в Чернівецькій області з 2008 р. (Fedoriak, Brushnivska 2008). Проте в Україні є рідкісним. Він знайдений у шести областях, здебільшого в урбоценозах і трансформованих біотопах (Polchaninova et al. 2025). В останні десятиріччя зафіксовано розповсюдження *Z. rubidium* Європою (Nentwig et al. 2026); його біотопна преференція поки не визначена. До рідкісних локально розповсюджених в Україні видів також належать *Nematogmus sanguinolentus* та *Episinus truncatus*.

Майже третину наведених у анотованому списку видів павуків становлять представники родини Gnaphosidae (15 видів, 31,3 %), родина

Lycosidae удвічі бідніша (7 видів, 14,6 %). У той же час за кількістю особин співвідношення проти-лежне: 76 екземплярів Gnaphosidae і 156 – Lycosidae. Родина Linyphiidae у наших зборах представлена слабо – усього два види, проте у лісових і парко-вих екосистемах області вони роблять більший вне-сок в угруповання павуків (Gnelitsa 2004; Fedoriak, Brushnivska 2008; Fedoriak et al. 2007; 2010). У луч-но-степових екосистемах лісової зони та у пів-нічній і центральній частині лісостепової, частка Linyphiidae також є високою, а Lycosidae переважає над Gnaphosidae не тільки кількісно, але і якісно, або принаймні має подібну частку в локальній фауні (Polchaninova 1990; 2002; Singaevsky 2014; Hirna 2016). На півдні лісостепової зони Linyphiidae сухих грасландів нечисленні у кількісному відно-шенні (Polchaninova et al. 2023).

Сім видів павуків із лучно-степових біотопів Заволоки були присутні у шести порівнюваних локаціях лісової та лісостепової зони. Це такі політопні види, як *Drasodes pubescens*, *Throchosa terricola*, *Haplodrassus signifier*, *Zelotes latreillei*, *Alopecosa pulverulenta* та *Zora spinimana*, і один вид трав'яних екосистем і сухих хвойних лісів *Euophrys frontalis*. Тринадцять видів було зафіксовано у п'яти локаціях і 16 видів – у чотирьох. Загалом, 36 видів трапляються у лучно-степових екосистемах від західних до східних меж України. Загалом за влас-ними і літературними даними у лучно-степових еко-системах згаданих локацій зареєстровано 162 види павуків: Глибокі Балики – 76, Великобурлуцький степ – 73, Дністровський каньйон – 70, Гологори – 69, Буковинське Передкарпаття – 55, Михайлівська Цілина – 36 видів. 3-поміж них 102 види (63 %) – тільки у одній або двох локаціях, що свідчить про їх певну специфічність.

Pardosa bifasciata є характерним для сухих грасландів західних областей України та Криму (Hirna 2016; 2022; Kovblyuk, Kastrygina 2015). Також тут поширений *Aulonia albimana*, який населяє ліси, узлісся та трав'яні біотопи. Хоча в цілому для Європи він позначений як мешканець сонячних і сухих локалітетів (Nentwig et al. 2026), в умовах лісостепової України цей вид має ширшу валентність, розповсюджений до Сумської області, і далі на північ, оминаючи центральну і південну частини Середньоруської височини (власні спо-стереження). *Zelotes petrensis* та *Ozyptola claveata* також виявлені тільки у трьох західних локаціях, а далі на схід вони траплялися у лісових біотопах. Інші види розповсюджені у різних сухих граслан-дах України і не демонструють змін біотопної пре-ференції у довготному напрямі.

На дендрограмі подібності досліджених локацій за видовим складом павуків виокремлюється західний кластер, в якому очікувано групуються дві найближчі локації – область Дністровського каньйону та Буковинське Передкарпаття (Рис. 2). Другий кластер із подібністю близько 50 % утворюють локації правобережного Придніпров'я і півдня Середньоруської рівнини (Глибокі Балики та Великобурлуцький степ), а відмінність Михайлівської Цілини, ймовірно, обумовлена її найбіднішим видовим складом.

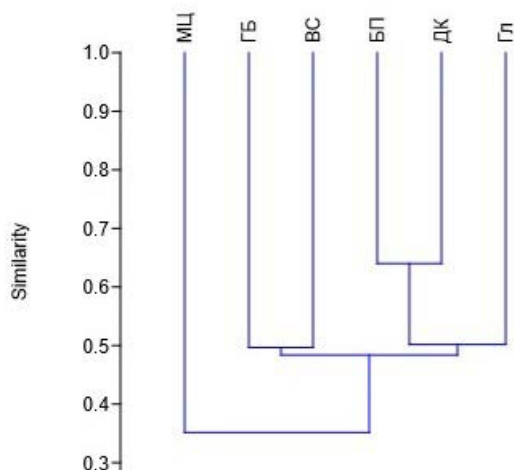


Рис. 2. Дендрограма фауністичної подібності населення павуків досліджених лучно-степових біотопів лісової та лісостепової зон України (UPGMA як кластерний алгоритм, індекс Серенсена як міра подібності). Умовні позначення: ГЛ – Гологори, БП – Буковинське Передкарпаття, ДК – Дністровський каньйон, ГБ – Глибокі Балики, МЦ – Михайлівська Цілина, ВС – Великобурлуцький степ

Fig. 2. Dendrogram of faunistic similarity of the spider assemblages in the studied meadow-steppe habitats of the forest and forest-steppe zones of Ukraine. ГЛ – Holohory, БП – Bukovynian Ciscarpathians, ДК – Dniester Canyon, ГБ – Hlyboki Balyky, МЦ – Mykhailivska Tsilyna, ВС – Velykoburlutskyi Steppe

Структура угруповань. Найчисленнішими в локалітеті Заволока були представники родини Lycosidae: *Alopecosa pulverulenta*, *Arctosa lutetiana*, *Aulonia albimana* (12–15,1 %). Характерним для західних регіонів України є домінування *Zora spinimana* (6 %), помітним є внесок *Drassodes pubescens*, *Gnaphosa lugubris* і *Pardosa bifasciata* (3,9–4,5 %)

Через те, що на L3 пастки постійно пошкоджувалися тваринами, ми зібрали всього 44 статевозрілі особини, що належали до 23 видів. Окрім

поодиноких *Micaria fulgens*, *Ero aphana* та *Xysticus kochi*, усі вони також були представлені на інших ділянках. Недостатній обсяг вибірки не дав змоги оцінити альфа-різноманіття угруповання.

На двох інших дослідних ділянках угруповання павуків були багаті видами (37 і 32 на L1 і L2 відповідно) і мали майже однакову середньосезонну динамічну щільність (27,0 і 27,9 екз./100 пастко-діб). Індеси різноманіття також варіювали у близьких межах (Табл. 1). Загалом, за такими показниками альфа-різноманіття павуків можна назвати високим.

Таблиця 1. Домінантні комплекси та альфа-різноманіття павуків у лучно-степових екосистемах локалітету Заволока. Травень–липень 2025

Table 1. Dominant complexes and alpha diversity of spiders of the steppe ecosystems in the locality of Zavoloka. May–July, 2025

Види/ Показники	Дослідні ділянки	
	L1	L2
Домінантний комплекс		
<i>Drassodes pubescens</i>	6,1%*	3,2%
<i>Haplodrassus kulczynskii</i>	–	5,1%
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	15,9%	17,3%
<i>Arctosa lutetiana</i>	15,9%	10,9%
<i>Aulonia albimana</i>	7,6%	16,7%
<i>Pardosa bifasciata</i>	8,3%	1,3%
<i>Zora spinimana</i>	6,8%	7,1%
<i>Phrurolithus festinus</i>	–	5,8%
Усього видів	37	32
Усього особин	132	153
Індеси різноманіття		
Simpson_1-D	0,928(0,912/0,948)**	0,9176(0,899/0,936)
Shannon_H	3,128(2,973/3,299)	2,950(2,806/3,104)
Evenness_e^H/S	0,617(0,577/0,752)	0,5972(0,540/0,703)

Примітка: * – частка виду в угрупованні; ** – у дужках показаний довірчий інтервал за результатами бутстреп-аналізу. Нумерація дослідних ділянок – див. Матеріал і методику

Домінантні комплекси павуків склалися з шести видів у кожному угрупованні, з-поміж яких чотири були спільними (Табл. 1). Загалом, біоценотична подібність угруповань павуків двох ділянок була вище за середню $I_{\text{Renkonen}} = 63,1 \%$, що свідчить про широкий спектр придатних умов для існування грасландових видів.

Висновки

У дослідженому локалітеті Заволока Буковинського Передкарпаття виявлено 48 видів павуків; 11 видів є новими для Чернівецької області. Угрупування павуків мають високий рівень альфа-різноманіття та складаються з характерних для лучно-степових екосистем видів, чотири з яких є рідкісними для України. Домінантні комплекси павуків є багаточленими з переважанням видів родини Lycosidae. Угрупування ксеро- і мезоксеротермних трав'яних екосистем потребують подальшого

дослідження як найменш вивчені у регіоні. Порівняння видового складу герпетобіотних павуків лучно-степових екосистем у шести локаціях від заходу до сходу України виявило значну мозаїчність розповсюдження видів, що може бути обумовлено ізолюваністю ділянок природних граєландів у сучасному агроландшафті.

Подяка

Автори щиро вдячні В. Гнелиці (Суми) за визначення павуків родини Linyphiidae та консультації щодо їхнього розповсюдження.

- BASAVEGOWDA, D.H., SCHLEIP, I., MOSEBACH, P., WELTZIEN, C. (2024) Deep learning-based detection of indicator species for monitoring biodiversity in semi-natural grasslands. *Environmental Science and Ecotechnology*, 21, 419. <https://doi.org/10.1016/j.ese.2024.100419>.
- BONARI J., FAJMON K., MALENOVSKÝ I., ZELENÝ D., HOLUŠA J., JONGIPIEROVÁ I., KOČÁREK P., KONVIČKA O., UŘIČÁŘ J., CHYTRÝ M. (2017) Management of semi-natural grasslands benefiting both plant and insect diversity: The importance of heterogeneity and tradition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246, 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.010>
- BOROVYK, L.P., GLOTOV, S.V., HERIAK, Yu.M., HUZ, H.V., DEMIANENKO, S.O., DROGVALENKO, O.M., POLCHANINOVA, N.Yu., BONDAREV, V.Yu. (2024) *Bezhkhebetni Luhanskoho pryrodnoho zapovidnyka: monohrafiia*. [Invertebrates of Luhansk Nature Reserve: monography]. Liha-Pres, Lviv – Torun. (in Ukrainian)
- BUDZHAK, V.V. (2020) *Otsinka fitoriznomanitnosti travianykh ekosystem baseiniv Prutu i Siretu (v mezhakh Ukrainy) z vykorystanniam informatsiynykh tekhnolohii* (Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia kandydata biolohichnykh nauk za spetsialnistiu 03.00.05 – Botanika). Instytut botaniky imeni M.H. Kholodnoho. Kyiv. (in Ukrainian)
- CHUSOVA, O.O., SHYRIAIEVA, D.V., BUDZHAK, V.V., CHORNEY, I.I., DZIUBA, T.P., IEMELIANOVA, S.M., KUCHER, O.O., MOYSIYENKO, I.I., TOKARIUK, A.I., VASHENIAK, Iu.A., VYNOKUROV, D.S., BOYKO, M.F., KHODOSOVTSSEV, O.Ye., KUZEMKO, A.A. (2022). Protected species in the grassland habitats of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(5), 290–307. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.05.290>
- DIDUKH, Ya.P. (2018) Biotop yak systema: struktura, dynamika, ekosystemni posluhy [Habitat as system: structure, dynamics, and ecosystem services]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 75(5), 405–420. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.05.405>
- DENGLER, J., BIURRUN, I., BOCH, S., DEMBICZ, I., TÖRÖK, P. (2020) Grasslands of the Palearctic Biogeographic Realm: Introduction and Synthesis. In: *Encyclopedia of the World's Biomes*. Goldstein M.I., Della Sala D.A. (Eds.). Elsevier, pp. 617–637.
- FEDORIAK, M.M. (2011) *Araneoindykatsiia urboekosystem (na prykladi Ukrainy)*. [Araneoinduction of urboecosystems (on the example of Ukraine)]. Avtoreferat dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia doktora biolohichnykh nauk (03.00. 16). Chernivetskyi natsionalnyi universytet imeni Yuriia Fedkovycha, Chernivtsi. (in Ukrainian)
- FEDORIAK, M.M. (2015) *Naukova spadshchyna Aleksandru Roshky yak osnova dlia retrospektivnoho analizu araneofauny Bukovyny* [Araneoinduction of urboecosystems (on the example of Ukraine)]. Druk Art, Chernivtsi. (in Ukrainian)
- FEDORIAK, M.M., BRUSHNIVSKA, L.V. (2008) Pavuky-herpetobionty parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva «Zhovtnevyi» m. Chernivtsi. [Spiders-herpetobiontes of the Chernivtsy city park “Jovtnevi” Chernivtsi City]. *Pryrodnychiy almanakh. Biolohichni nauky*, 11, 164–171. (in Ukrainian)
- FEDORIAK, M.M., BRUSHNIVSKA, L.V., RUDENKO, S.S. (2010) Transformatsiia uhrupovan pavukiv-herpetobiontiv yak indykator tekhnohennoho zabrudnennia urboekosystem (na prykladi m. Chernivtsi) [Transformation of spiders-herpetobionts communities as an indicator of technogenic pollution of urboecosystems (by the example of the Chernivtsi city)]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, 4, 198–204. (in Ukrainian)
- FEDORIAK, M., RUDENKO, S., IAROSHYNKA, O., ZHUKOVETS, E. (2012) Spiders (Araneae) of Chernivtsi City (Ukraine). *Arachnologische Mitteilungen / Arachnology Letters*, 43, 37–50. <https://doi.org/10.5431/aramit4311>
- FEDORIAK, M.M., RUDENKO, S.S., YEVTUSHENKO, K.V. (2008) Pavuky (Aranei) v skladi mezofauny poverkhni hruntu pasovyshch z riznym stupenem transformovanosti Chernivetskoi oblasti [Spiders (Aranei) in the structure of soil surface mezofauna of

- Chernivtsi region pastoral ecosystems with different level of transformation]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni V. Hnatiuka. Serii: Biologiya*, 2(36), 121–127. (in Ukrainian)
- FEDORIAK, M.M., TALAKH, M.V., YEVTUSHENKO, K.V. (2007) Ugrupovannia pavukiv (Aranei) chystykh ta mishanykh bukovykh lisiv Chernivetskoi oblasti. [Communities of spiders (Aranei) of Chernivtsi region beech forests]. *Naukovi visnyk Chernivetskoho universytetu. Zbirnyk naukovykh prats. Biologiya*, 252–255. (in Ukrainian)
- FEDORIAK, M., VOLOSHYN, V., MOSCALIUC, L.A. (2016) Scientific heritage of Alexandru Roșca: publications, spider collection, described species. *Arachnologische Mitteilungen / Arachnology Letters*, 51, 85–91. <https://doi.org/10.5431/aramit5113>
- FEDORIAK, M.M., ZHUK, A.V., MOSKALYK, H.H., TSARANIUK, V.V., TYMCHUK, K.Yu. (2018) Pavuky (Araneae) deiaktykh biotopiv Natsionalnoho pryrodnoho parku “Dnistrovskiy kanion”. [Spiders (Araneae) of some biotopes of the National Nature Park Dnister Canyon]. *Biologichni systemy*, 10(2), 130–138. <https://doi.org/10.31861/biosystems2018.02.130> (in Ukrainian)
- FLOMBAUM, P., VIVANCO, L., CABRERA, F., OSVALDO, E. SALA, O.E. (2024) Grassland Communities and Ecosystems. Editor(s): S.M. Scheiner. *Encyclopedia of Biodiversity* (Third Edition), Academic Press: 382–390. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.02201-9>
- GNELITSA, V.A. (2004) Poporedni dani pro pavukiv rodyny Linyphiidae Vyzhnytskoho natsionalnoho pryrodnoho parku [Preliminary data on the spiders of the family Linyphiidae of Vyzhnytsia National Nature Park]. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 10(1-2), 86–89. (in Ukrainian)
- HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. (2001) PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9.
- HEOBOTANICHNE RAIONUVANNIA UKRAINSKOI RSR (1977) [Gebotanical zoning of the Ukrainian SSR]. Naukova Dumka, Kyiv. (in Ukrainian)
- HIRNA, A.Ya. (2016) Antropohenno zumovleni zminy vydovoho skladu i struktury ugrupovan pavukiv luchno-stepovykh ekosystem Holohirskoho pasma (pivnichno-zakhidne Podillia) [Human-caused changes in the species composition and structure of the spider communities within meadowsteppe ecosystems of the Holohory district (North-Western Podillia)]. *Naukovi osnovy zberezhenia biotychnoi riznomanitnosti*, 7(14), 1, 85–102. (in Ukrainian)
- HIRNA, A.Ya. (2021) Ridkisi ta malovidomi vydy pavukiv Volynskoho Polissia (Ukraina) [Rare and poorly known spider species of the Volhynian Polissia (Ukraine)]. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu*, 37(37), 215–222. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.36885/nzdpn.2021.37.215-222>
- HIRNA, A. Ya. (2022) Dopovnennia do fauny pavukiv NPP “Dnistrovskiy kanion” ta yoho okolyts [A contribution to the spider fauna of the Dniester Canyon NNP and its environs]. *Proceedings of the State Natural History Museum*, 38, 125–136. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.36885/nzdpn.2021.38.125-136>
- HIRNA, A., ZHUKOVETS, E. (2022). *Catalogue of spiders (Arachnida, Aranei) of the Lviv oblast (Ukraine)*. Lviv.
- HOBHOM C., JANIŠOVÁ M., VAHLE H.-Ch. (2021) Development and Future of Grassland Ecosystems: Do We Need a Paradigm Shift? In: Hobohm C. (Eds) *Perspectives for Biodiversity and Ecosystems. Environmental Challenges and Solutions*. Springer, Cham, pp. 329–359.
- KOVBLYUK, M.M., KASTRYGINA, Z.O. (2015) Onovlenyi katalog pavukiv Krymu (Arachnida, Aranei) [Updated catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of the Crimea]. *Ukrainska entomofaunistyka*, 6(2), 1–81. (in Ukrainian)
- KOROTCHENKO, I. A., TOKARIUK, A. I. (2005) Ekoloho-tsenotychni ta florystychni osoblyvosti stepiv Bukovynskoho Prykarpattia [Ecological, coenotic and floristic peculiarities of the steppes of the Bukovinian Ciscarpathians]. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 11(2), 1–9. (in Ukrainian)
- MAGURRAN, A. E. (1991). *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall, London.
- NATSIONALNYI ATLAS UKRAINY (2007) [National Atlas of Ukraine] Rudenko L. (Ed.); NAN UKRAINY, Instytu heohrafii. DNPV «Kartohrafiya», Kyiv. (in Ukrainian)
- NENTWIG, W., BLICK, T., BOSMANS, R., HÄNGGI, A., KROPF, C., STÄUBLI, A. (2026) *Spiders of Europe*. Version 02.2026. Available from: <https://www.araneae.nmbe.ch> (accessed on 28.02.2026). <https://doi.org/10.24436/1>
- OGER, P. (2026) *Les araignées de Belgique et France*. Available from: <https://arachno.piwigo.com/index.php/?categories> (accessed on 28.02.2026).
- POLCHANINOVA, N.Yu. (1990) Porivnialna kharakterystyka fauny pavukiv stepiv Livoberezhnoi Ukrainy [Comparative characteristics of the spider fauna of the steppes of Left-bank Ukraine]. In: *Novyny faunistyky i systematyky*. Instytut zoolohii AN URSR, Kyiv, pp. 163–167. (in Ukrainian)
- POLCHANINOVA, N.Yu. (2002) Fauna ta naselennia pavukiv zapovidnyka Yamskyi step [Fauna and communities of spiders of Yamskaya Steppe Nature Reserve]. *Visti Kharkivskoho entomolohichnoho tovarystva*, 10(1-2), 45–51. (in Ukrainian)
- POLCHANINOVA, N., IOSYPCHUK, A., FEDYAY, I., MARKINA, T. (2025) Spiders Araneae of the urban ecosystems of Kharkiv City (Ukraine). *Biosystems Diversity*, 33(4), e2556. <https://doi.org/10.15421/012556>
- POLCHANINOVA, N., SAVCHENKO, G., RONKIN, V., SHABANOV, D. (2023) Spider diversity in the fragmented forest-steppe landscape of Northeastern Ukraine: temporal changes under the impact of human

- activity. *Diversity*, 15(3), 351. <https://doi.org/10.3390/d15030351>
- POLCHANINOVA, N.Yu. TEREKHOVA, V.V., DROGVALENKO, O.M. (2023) Pershyi etap vyvchennia chlenystonohykh osnovnykh biotopiv Rzhyschivskoi MOTH (Kyivska oblast, Ukraina). [The first stage of the study of ground-dwelling arthropods of the main habitats of Rzhyschiv CATC]. In: *Naukovi pratsi Ekolohichnoi doslidnytskoi stantsii «Hlyboki Balyky» Bioriznomanittia Rzhyschivskoi miskoi obiednanoi terytorialnoi hromady.* / pid red. A. Kuzemko, Yu. Kutsokon, O. Vasyliuka. Vyp. 2 Druk Art, Chernivtsi, pp. 225–247. (in Ukrainian)
- PROKOPENKO, E.V. (2023) *Spiders (Araneae) of the "Kamennye Mogily" Reserve (Donetsk Region)* (Version 1) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7498163>
- ROȘCA, A. (1930) Contribuțiuni la cunoașterea Arahnidelor din Bucovina. *Buletinul Facultății de Științe din Cernăuți*, 4(2), 201–219.
- ROȘCA, A. (1936) Fauna Araneelor din Bucovina (sistematică, ecologia și raspandirea geografică). *Buletinul Facultății de Științe din Cernăuți*, 10, 123–216.
- RŮŽIČKA, V, ŘEZÁČ, M. (2022) List of spiders of the Czech Republic. Available from: <https://www.arachnology.cz/seznam-pavouku-cr-26.html>
- SHYRIAIEVA, D.V. (2018). Problemy ta perspektyvy zberezhenntia stepovoi roslynnosti dolyny r. Pivdennyy Buh. [Problems and prospects of the steppe vegetation conservation in the Pivdennyy Buh Valley]. In: *Zapovidna sprava u Stepovii zoni Ukrainy* (do 50-richchia stvorennia Luhanskoho pryrodnoho zapovidnyka, 70-richchia Striltsivskoho stepu, 10-richchia Trokhizbenskoho stepu i 90-richchia Provalskoho stepu). Serii: «Conservation Biology in Ukraine». Is. 10. Bykhun V.Yu., Kyiv, pp. 121–130. (in Ukrainian)
- SHTOHRYN, M.O., SHTOHUN, A.O. (2022) Natsionalnyi pryrodnyi park «Kremenetski hory» yak etalon unikalnoho vydovoho riznomanittia Volyno-Podillia [National nature Park “Kremenetski Hory” as a standard for the unique species diversity of the Volyn-Podillia region]. *Suspilstvo i pryroda: vid mynuloho do maibutnoho (do 100-richchia vid dnia narodzhennia Mykoly Chaikovskoho)*. Ternopil, pp. 36–41. (in Ukrainian)
- SINGAEVSKY, Ye.M. (2014) *Pavuky (Arachnida, Aranei)* *Serednoho Prydniprovia Ukrainy: fauna ta ekolohiia*. [Spiders (Arachnida, Aranei) of the Middle Dnieper region of Ukraine: fauna and ecology]. Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stup. kand. biol. nauk 03.00.08 – Zoolohiia. Instytut zoolohii im. I.I. Shmalhauzena, Kyiv. (in Ukrainian)
- SOLASCASAS, P., AZCÁRATE, F.M., HEVIA, V. (2022) Edaphic arthropods as indicators of the ecological condition of temperate grassland ecosystems: A systematic review. *Ecological Indicators*, 142, 109277. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109277>
- TOKARIUK A. I., CHORNEI I. I., BUDZHAK V. V., PROTOPOPOVA V. V., SHEVERA M. V., KORZHAN K. V., VOLUTSA O. D. (2018) *Invaziini roslyny v Bukovynskom Peredkarpatti* [Invasive plants in Ciskarpattia of Bukovyna]. Druk Art, Chernivtsi. (in Ukrainian)
- TISCHLER, W. (1949). *Grundzüge der terrestrischen Tierökologie*. Vieweg, Braunschweig.
- VASYLIUK, O., ILMINSKA, L. 2020. *Ekosystemni posluhy. Ohliad*. [Ecosystem services. A survey]. https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/EcoPosluga_web_new.pdf
- VASYLIUK, O.V., NORENKO, K.M. (2019) Faktory nehatyvnoho vplyvu na pryrodni kompleksy stepu [Factors of the negative impact on the steppe natural complexes]. Proceedings of the scientific-technical conference «*Bioriznomanittia stepovoi zony Ukrainy: vyvchennia, zberezhenntia, vidtvorennia*» (z nahody 10-richchia stvorennia natsionalnoho pryrodnoho parku «Meotyda»). Urzuf, Ukraine, 16–18, October, 2019. Seria «Conservation Biology in Ukraine». Is. 13. Drukarskyi Dvir, Sloviansk, pp. 31–38. (in Ukrainian)
- WSC (2026) *World Spider Catalog*. Version 26. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on 31.01.2026. <https://doi.org/10.24436/2>
- YANUL, V., TEREKHOVA, V., POLCHANINOVA, N. (2022) New data on the rare spider species (Arachnida, Araneae) from Kyiv Region (Ukraine). *Zoodiversity*, 56(3), 181–188. <https://doi.org/10.15407/zoo2022.03.181>
- YEVTUSHENKO, K.V., FEDORIAK, M.M. (2003) Vydovyi sklad ta rozpodil pavukiv (Aranei), shcho meshkaiut na kamianykh nanosakh shesty hirskeykh richok Chernivetskoï oblasti [Species composition and distribution of spiders (Aranei) of rocky alluvial deposits of the six mountain rivers of Chernivtsy region]. *Visnyk zoolohii*, 16, 25–28. (in Ukrainian)

Дата першого надходження статті до видання: 28.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



РОЛЬ ПЕРСОНАЛІЙ У ДОСЛІДЖЕННІ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ФОРМУВАННІ ПРИРОДНИЧИХ КОЛЕКЦІЙ НАЦІОНАЛЬНОГО НАУКОВО-ПРИРОДНИЧОГО МУЗЕЮ (УКРАЇНА): ВНЕСОК ОЛЕКСАНДРА ПЕКЛА (1952–2023)

Світлана ТАЙКОВА, Євгенія УЛЮРА, Анатолій ПАНЬКОВ, Ганна КЛОЧКО

У статті представлено результати комплексного аналізу колекційних зборів українського дослідника, куратора орнітологічної колекції ННПМ – Олександра Пекла. Колекція сформована протягом багаторічних польових досліджень, що охопили одинадцять біорегіонів і широкий спектр екосистем – від лісів і степів України до пустель Центральної Азії, тайгових районів Далекого Сходу, а також Антарктичного та Південноамериканського біорегіонів. Метою роботи було з'ясування таксономічної структури, географічного охоплення та наукової інформативності зібраних матеріалів, а також оцінка їхнього значення для сучасних фауністичних, біогеографічних і природоохоронних досліджень. Матеріалом дослідження слугували 2367 екземплярів, серед яких 1816 екз. птахів, 417 екз. риб і 134 екз. ссавців. Орнітологічна частина колекції включає низку видів, занесених до Червоної книги України, серед яких *Limosa limosa*, *Tetrastes bonasia*, *Aquila chrysaetos*, *Branta ruficollis*, *Glareola pratincola*, *Recurvirostra avosetta* та інші. Іхтіологічні матеріали доповнюють колекцію видами *Anguilla anguilla*, *Chondrostoma nasus*, *Gymnocephalus acerina*, *G. baloni* та *Lota lota*, що мають охоронний статус. Теріологічні збори представлені червонокнижними *Rhinolophus hipposideros*, *Cnephaeus serotinus*, *Myotis daubentonii* та *Pipistrellus nathusii*, що підкреслює значення колекції для дослідження рідкісних представників фауни. Завдяки масштабності, географічній широті та таксономічному різноманіттю колекція становить унікальний ресурс для дослідження біорізноманіття. Проведений аналіз засвідчив її високу таксономічну повноту, значну частку рідкісних і охоронюваних видів та репрезентативність матеріалів із малодоступних регіонів. Отримані результати підтверджують, що колекція О. М. Пекла є важливим джерелом для аналізу морфологічної мінливості та таксономії.

Ключові слова: хребетні, дослідження різноманіття, природничі колекції, Олександр Пекло.

Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, 01054, Україна;
e-mail: tajkovaveta@gmail.com; ulyura@ukr.net; anatoliiankov@gmail.com; klochko.museum@gmail.com

Тайкова С.: <https://orcid.org/0000-0001-9037-6471>

Улюра Є.: <https://orcid.org/0000-0002-2439-4134>

Паньков А.: <https://orcid.org/0000-0001-6009-8749>

Ключко Г.: <https://orcid.org/0009-0001-7387-8119>

The role of individuals in biodiversity research and the formation of natural history collections at the National Museum of Natural History of Ukraine: the contribution of Oleksandr Peklo (1952–2023)

Tajkova S., Ulyura E., Pankov A., Klochko H.

The article presents the results of a comprehensive analysis of the collection materials gathered by the Ukrainian researcher and curator of the ornithological collection of the National Museum of Natural History of Ukraine, Oleksandr Peklo. The collection was formed over many years of field research covering eleven bioregions and a wide range of ecosystems—from the forests and steppes of Ukraine to the deserts of Central Asia, the taiga regions of the Russian Far East, as well as the Antarctic and South American bioregions. The aim of the study was to determine the taxonomic structure, geographic coverage, and scientific informativeness of the collected materials, as well as to assess their significance for contemporary faunistic, biogeographical, and conservation research. The study material comprised 2,367 specimens, including 1,816 bird specimens, 417 fish specimens, and 134 mammal specimens. The ornithological part of the collection includes a number of species listed in the Red Data Book of Ukraine, among them *Limosa limosa*, *Tetrastes bonasia*, *Aquila chrysaetos*, *Branta ruficollis*, *Glareola pratincola*, and *Recurvirostra avosetta*, among others. The ichthyological materials supplement the collection with protected species such as *Anguilla anguilla*, *Chondrostoma nasus*, *Gymnocephalus acerina*, *G. baloni*, and *Lota lota*. The mammalogical collection includes Red Data Book species such as *Rhinolophus hipposideros*, *Cnephaeus*

serotinus, *Myotis daubentonii*, and *Pipistrellus nathusii*, highlighting the importance of the collection for the study of rare fauna representatives. Due to its scale, broad geographic scope, and taxonomic diversity, the collection represents a unique resource for biodiversity research. The analysis demonstrated its high taxonomic completeness, a significant proportion of rare and protected species, and the representativeness of materials from poorly accessible regions. The results confirm that O. M. Peklo's collection is an important source for the study of morphological variability and taxonomy.

Key words: Vertebrates, biodiversity research, natural history collections, Oleksandr Peklo.

National Museum of Natural History, NAS of Ukraine, 15, Bohdan Khmelnytsky Str., Kyiv, 01054, Ukraine;
e-mail: tajkovaveta@gmail.com; ulyura@ukr.net; anatoliiankov@gmail.com; klochko.museum@gmail.com
Tajkova S.: <https://orcid.org/0000-0001-9037-6471>

Ulyura E.: <https://orcid.org/0000-0002-2439-4134>

Pankov A.: <https://orcid.org/0000-0001-6009-8749>

Klochko H.: <https://orcid.org/0009-0001-7387-8119>

Вступ

Природничі колекції є ключовим джерелом даних для дослідження біорізноманіття, реконструкції історичних змін фауни та збереження наукової інформації про видове різноманіття. У Національному науково-природничому музеї НАН України (ННПМ) формування таких зібрань значною мірою пов'язане з діяльністю окремих дослідників, чії польові матеріали, каталоги та систематична робота з фондами визначили сучасну структуру музейних колекцій.

Аналіз внеску персоналій дозволяє простежити історію розвитку природничих досліджень, оцінити репрезентативність колекцій та зрозуміти, як індивідуальні підходи формували наукову спадщину музею (Barabanova et al. 2019; Dotsenko 2019; Zagorodniuk 2022a; Tajkova, Klochko 2025).

Проведена інвентаризація музейних фондів відкриває широкі можливості для їх систематичного, історичного та біогеографічного аналізу, а отримані дані є важливим ресурсом для вивчення сучасних наукових проблем і реконструкції історії формування природничої спадщини (Zagorodniuk et al. 2014). Особливу цінність у цьому контексті мають регіональні та іменні природничі колекції, які фіксують просторову структуру біорізноманіття, містять унікальні матеріали, не представлені у великих національних зібраннях, та зберігають дані про історичні стани екосистем. Завдяки високій просторовій деталізації такі колекції є незамінними для біогеографічних і кліматичних досліджень, дозволяючи відстежувати динаміку ареалів у довготривалій перспективі (Miller et al. 2020). Сучасні дослідження показують, що включення іменних зібрань суттєво підвищує якість біогеографічних моделей і дозволяє уникнути спотворень, властивих неповним цифровим базам (Dean, Thompson 2025).

Однією з важливих постатей ННПМ у формуванні колекцій хребетних був Олександр Пекло (1952–2023). Його збори, каталоги та робота з фондовими матеріалами суттєво вплинули на розвиток орнітологічних, теріологічних та іхтіологічних колекцій музею. Вивчення його внеску є важливим для розуміння історії формування природничих зібрань та оцінки їх значення для сучасних досліджень біорізноманіття.

Ця публікація продовжує серію досліджень, присвячених ролі персоналій у формуванні природничих колекцій та вивченні біорізноманіття в ННПМ (Tajkova 2025; Tajkova, Gavris 2025), поглиблюючи розуміння процесів створення фондів зібрань і внеску окремих дослідників у розвиток національної природничої спадщини.

Мета дослідження – проаналізувати внесок Олександра Пекла у формування колекцій хребетних тварин ННПМ, оцінити значення його роботи для розвитку досліджень біорізноманіття та представити читачам структуру й різноманіття зібраних ним матеріалів.

Матеріали та методи

Матеріалом для дослідження стали збори хребетних – 2367 екз., які зберігаються в орнітологічних, теріологічних та іхтіологічних фондах ННПМ та були зібрані Олександром Пеклом протягом його наукової діяльності.

Аналіз здійснено на основі наукових колекцій, результатів інвентаризації, інвентарних книг допоміжного фонду, картотеки наукової колекції, етикеткових даних та каталогів. Біографічні відомості реконструйовано шляхом критичного зіставлення кількох типів джерел: спогадів авторів статті та співробітників музею, автобіографічних і біографічних матеріалів (Bokotei, Dykui 2012), а також етикеткових записів, що містять дані про місце, дату та обставини збору екземплярів. Такий

підхід дозволив уникнути суб'єктивності та забезпечив достовірність біографічних даних.

Для географічного аналізу використано біорегіональну схему (Olson, Dinerstein 2002). У межах дослідження виділено одинадцять біорегіонів, що відповідають фактичній географії матеріалів: Карпатський, Поліський, Лісостеповий, Причорноморсько-Приазовський степовий, Кавказький, Центральноазійський степовий, Пустельний і напівпустельний, Гірсько-степовий, Центральноазійський гірський, Східноазійський (Маньчжурський), а також Антарктичний та Південноамериканський біорегіони.

Період поповнення фондів колекцій було поділено на нерівні часові інтервали, оскільки їхня структура узгоджена з біографічними етапами діяльності О. М. Пекла та хронологією його експедицій. Такий підхід дозволив зіставити динаміку формування колекції з реальними етапами польових робіт і змінами у напрямках дослідницької активності

Наукові назви птахів наведено відповідно до сучасної систематики (Gill et al. 2021), ссавців – за Mammal Diversity Database (2025), риб – за FishBase (Froese, Pauly 2025). У тексті терміни «колекційний екземпляр» (екз.) та «одиниця зберігання» (од. зб.) використовуються відповідно до специфіки колекцій. У орнітологічній та теріологічній колекціях колекційний екземпляр є одиницею зберігання (тушка, шкурка, череп) і має власний інвентарний номер. В іхтіологічній колекції одиницею зберігання є ємність, у якій може зберігатися один або кілька колекційних екземплярів; інвентарний номер присвоюється саме ємності як одиниці зберігання.

Біографія

Олександр Михайлович Пекло народився 23 листопада 1952 р. в м. Краснодар. Його зацікавлення зоологією виникло ще в дитинстві та визначило подальший професійний шлях. У 1970–1975 рр. він навчався на біологічному факультеті Кубанського державного університету, де розпочав систематичне збирання орнітологічних матеріалів і сформував першу власну колекцію. Як згадував сам Олександр Михайлович, деякі рідкісні види потрапили до його колекції завдяки його «підприємливості» – він умів домовлятися з мисливцями та колекціонерами, обмінюючи матеріали.

У цей період він також практикував утримання окремих видів птахів, переважно горобцеподібних, у неволі з дослідницькою метою, що

дозволяло спостерігати за поведінковими реакціями, харчовими звичками та адаптаційними особливостями видів. Такий підхід був характерним для натуралістичної школи середини ХХ століття й відіграв важливу роль у формуванні його наукових інтересів. Цю пристрасть він зберіг до кінця життя: навесні, після завершення спостережень, він відпускав птахів на волю, інколи у дні, що мали для нього культурне значення, зокрема на Благовіщення (спогади авторів статті).

У 1975 р., за рекомендацією директора Зоологічного музею Миколи Миколайовича Щербака, О. М. Пекло вступив до аспірантури Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена. Не останню роль у прийнятті рішення М. М. Щербаком відіграла колекція, привезена з Краснодарського краю, яка справила сильне враження. Висока якість матеріалів, ретельність польових записів і системність зборів стали важливими чинниками, що визначили подальший розвиток його наукової кар'єри.

У 1981 р. він захистив кандидатську дисертацію на тему «Мухоловки фауни СРСР», яку згодом переробив у монографію (Peklo 1987). Після завершення аспірантури його професійна діяльність була нерозривно пов'язана із Зоологічним музеєм НАН України, де він працював на посадах від старшого лаборанта до старшого наукового співробітника та виконував обов'язки куратора орнітологічної колекції (дані автобіографії).

Польові дослідження О. М. Пекла охоплювали широкий географічний діапазон: Україну, Білорусь, Росію, Азербайджан, Казахстан, Туркменістан, Узбекистан, Киргизстан, Таджикистан, країни Південної Америки та Південно-Східної Азії, а також Антарктиду. У сукупності ці території відповідають одинадцяти біорегіонам, що відображено в етикеткових даних зібраних ним екземплярів, які є важливим джерелом інформації про географію та умови збору матеріалів.

Особливе місце в його діяльності посідала участь в Українських антарктичних експедиціях: у 3-й (1998–1999), де він працював у складі зимувального загону, та у 9-й (2004–2005), 11-й (2006–2007) і 14-й (2009–2010), у яких входив до сезонного загону (січень–березень). Під час цих поїздок він проводив польові спостереження на станції «Академік Вернадський» та прилеглих територіях. Як він сам писав Л. І. Францевичу:

«...В Антарктиді найяскравішими днями були січень і лютий 1999 року, коли я один прожив два місяці на острові Пітерман на сезонній аргентинській базі "Армада Аргентина", маючи зв'я-

зок із нашою станцією «Академік Вернадський». Я багато подорожував світом, але моє серце залишилося на цьому острові. А ніч там влітку всього 1,5–2 години, і велика кількість птахів, одних тільки пінгвінів близько трьох тисяч пар, мартини, поморники, буревісники та інші... Життя кипить...» (із листа в архіві відділу зоології).

Після ратифікації Україною Антарктичного договору (Antarctic Treaty, Annex II, 1991) у 2001 р., який встановлює суворі обмеження та квоти на добування живих тварин у наукових цілях, Олександр Михайлович працював виключно в межах дозволених правил. Він поповнював колекцію лише вже загиблими особинами, знайденими під час польових робіт; усі такі екземпляри датовані 1998 роком. Його спостереження та зібрані матеріали стали підґрунтям для низки наукових публікацій, зокрема монографій (Peklo 2001; 2007).

На початку 2000-х років у його науковій діяльності відбувається поступовий перехід від активних польових досліджень до опрацювання фондових матеріалів, підготовки каталогів орнітологічної та оологічної колекцій і роботи над монографією.

Олександр Михайлович Пекло є автором понад 90 наукових публікацій. За даними Google Scholar, його роботи цитуються 865 разів, що свідчить про стійкий інтерес наукової спільноти до його досліджень. Найбільший науковий резонанс отримали підготовлені ним каталоги орнітологічної колекції музею (Peklo 1997a; 1997b; 2002; 2008; 2011; 2012), результати досліджень у Чорнобильській зоні відчуження, опубліковані у співавторстві (Møller 2005; 2006), а також його монографії (Peklo 1987; 2007), які й сьогодні залишаються важливими джерелами для вивчення фауни та історії формування природничих колекцій.

Поряд із науковою діяльністю Олександр Михайлович активно працював у професійних спільнотах: був віце-президентом Українського товариства охорони птахів, входив до технічної ради з біології Національного антарктичного наукового центру та викладав у Міжнародному Соломоновому університеті курси з біогеографії та орнітології.

Він вирізнявся широким колом талантів та зацікавлень, володів кількома іноземними мовами, що полегшувало його участь у міжнародних конференціях та професійне спілкування. Володіння технікою малювання й таксидермії дозволяло йому створювати якісні музейні екземпляри: його тушки та таксидермічні фігури впізнавалися

за акуратністю та характерною манерою виконання – усі вони були трохи «вгодовані». Одними з його робіт стали таксидермічні фігури *Tragopan temminckii* (Gray, JE, 1831) та *Mustela altaica* Pallas, 1811 (Рис. 1).



Рис. 1. Таксидермічні фігури *Tragopan temminckii* та *Mustela altaica* (роботи О. М. Пекла).

Fig. 1. Taxidermy mounts of *Tragopan temminckii* and *Mustela altaica* (prepared by O. M. Peklo).

Маючи природний педагогічний хист, він легко проводив екскурсії для різних аудиторій – від студентів до наймолодших відвідувачів музею. Його розповіді поєднували наукову точність із живим викладом матеріалу, завдяки чому він умів зацікавити навіть тих, хто вперше знайомився з природничими науками. Під час зустрічей і наукових заходів він часто ділився спогадами про експедиції, що робило ці події особливо цікавими. У житті О. М. Пекло був людиною яскравої індивідуальності – своєрідним «актором», який умів перевтілюватися: від дотепного співрозмовника й жартівника до серйозного вченого.

Його присутність у музеї, професійність і особлива манера спілкування залишили по собі багато

спогадів (Рис. 2). На жаль, Олександр Михайлович Пекло помер 20 жовтня 2023 р.



Рис. 2. О. М. Пекло (Фото з архіву Г. В. Ключко та А. В. Панькова).

Fig. 2. O. M. Peklo (photo from the archive of H. V. Klochko and A. V. Pankov).

Результати

Структура та етапи формування колекції

Під час проведення інвентаризації нами були проаналізовані матеріали, зібрані О. М. Пеклом у 1972–2011 рр. Загальний обсяг колекції становить 2367 екземплярів, серед яких птахи (Aves) представлені 1816 (76,7 %) екземплярами, риби (Actinopterygii) – 417 екз. (17,6 %), а ссавці (Mammalia) – 134 екз. (5,7 %) (Рис. 3).

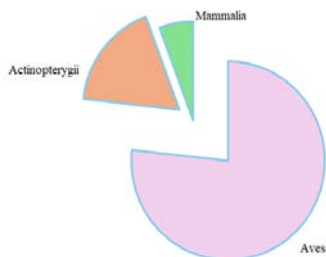


Рис. 3. Структура колекції О. М. Пекла за класами хребетних (Aves, Actinopterygii, Mammalia) (n = 2367).

Fig. 3. Structure of O. M. Peklo's collection by Vertebrate classes (Aves, Actinopterygii, Mammalia) (n = 2367).

Динаміка надходжень є нерівномірною та відображає основні етапи його професійної діяльності, що дозволяє простежити як тематичні пріоритети дослідника, так і географію його польових маршрутів.

Особливу увагу в структурі колекції привертають види, занесені до Червоної книги України. Вони становлять цінний компонент будь-якої природничої збірки, оскільки фіксують стан рідкісних і вразливих популяцій у конкретний історичний період. Такі матеріали мають високу наукову інформативність: вони дозволяють простежувати зміни ареалів, оцінювати динаміку чисельності, уточнювати таксономічний статус окремих форм та слугують важливою доказовою базою для природоохоронних рішень. Наявність червонокнижних видів у колекції підсилює її значення як джерела для довготривалих моніторингових і порівняльних досліджень.

У географічному вимірі зібрані матеріали охоплюють одинадцять біорегіонів за Olson & Dinerstein (2002), зокрема Карпатський, Поліський, Лісостеповий, Причорноморсько-Приазовський степовий, Кавказький, Центральноазійські степові, пустельні та гірські регіони, а також Східноазійський (Маньчжурський), Антарктичний та Південноамериканський.

Така широта охоплення відображає різноманітність природних зон, у межах яких здійснювалися польові роботи. З огляду на це, у подальшому аналізі результати подано за фактичними географічними територіями (країнами, областями, адміністративними регіонами), що точніше відображає маршрути експедицій та реальну структуру надходжень.

У 1972–1975 рр., під час навчання в університеті, ним було зібрано 437 екз. птахів; матеріали риб у цей період відсутні, а колекція ссавців поповнилася 38 екземплярами.

У наступний період – 1976–1981 рр., що охоплює роки аспірантури та виконання дисертаційної роботи, – фонди поповнилися 642 екз. птахів, 9 екз. риб та 72 екз. ссавців.

У 1982–1997 рр., що охоплюють післядисертаційний, постчорнобильський та передантарктичний етапи діяльності, інтенсивність польових робіт залишалася високою. У цей період О. М. Пекло поповнив орнітологічні фонди 674 екз. птахів, а також зібрав 19 екз. риб і 23 екземпляри ссавців.

У антарктичний та постантарктичний період (з 1998 р.) інтенсивність поповнення колекції помітно зменшилася. У цей час О. М. Пекло зібрав

63 екземпляри птахів та 60 екземплярів риб; матеріали ссавців у цей період відсутні. Поступово він переходить від активних експедицій до ґрунтовної роботи з фондovими матеріалами, укладання каталогів і підготовки монографії. У цей самий період він продовжує активно поповнювати іхтіологічні фонди – 133 екз., 26 видів.

Водночас О. М. Пекло не обмежувався лише виготовленням тушок та таксидермічних фігур: під час підготовки кожного екземпляра він систематично відбирав і зберігав шлунки птахів для подальшого аналізу їхнього живлення, зокрема рідкісних видів – практику, якої він послідовно дотримувався протягом усього свого наукового життя (Peklo 2010a; 2010b; 2011; 2013; 2014a; 2014b). Сьогодні ця унікальна спиртова колекція шлунків, зібрана з винятковою скрупульозністю, зберігається у фондах музею й очікує свого дослідника.

Публікаційна активність корелює з динамікою зборів: у 1972–1981 рр. ним опубліковано 14 робіт та захищено дисертацію; у 1982–1997 рр. – 41 публікацію, монографію та два перші каталоги; після 1998 р. – 42 публікації, монографію та шість каталогів. Таким чином, формування колекції О. М. Пекла має чітко виражену часову структуру, що корелює з ключовими етапами його наукової біографії. Узагальнені дані створюють підґрунтя для подальшого аналізу її таксономічного складу та просторового охоплення.

Таксономічна структура колекції

Таксономічна структура колекції відображає широку різноманітність хребетних тварин, зібраних О. М. Пеклом у різні періоди його наукової діяльності. Найповніше представлена орнітологічна частина, яка охоплює 375 видів із 62 родин. Матеріали риб включають 88 видів із 23 родин, тоді як колекція ссавців представлена 31 видом із 15 родин.

Орнітологічні матеріали з-за меж України

Орнітологічна частина колекції О. М. Пекла є найбільшою та найрепрезентативнішою складовою його музейної спадщини. Вона охоплює матеріали, зібрані впродовж майже чотирьох десятиліть у різних регіонах України, Кавказу, Центральної Азії, Далекого Сходу, а також у межах Антарктичного та Південноамериканського біорегіонів і налічує 1816 екз., що представляють 375 видів із 62 родин. Попри беззаперечне музейне та наукове значення цих матеріалів, з позицій сучасного гуманного ставлення до природи та зміни законодавства така практика виглядає суперечливою. Наприкінці життя Олександр Михайлович неодноразово наголошував, що його колекція

є важливим джерелом для досліджень, однак визнавав: сьогодні він би не поповнював фонди таким способом.

Перший великий масив зборів був сформований у 1972–1975 рр. на території Краснодарського краю, звідки О. М. Пекло привіз до Києва 437 екз. 97 видів. Найчисельніше були представлені ряди Passeriformes (376 екз.), Charadriiformes (20 екз.) та Falconiformes (17 екз.). До цієї збірки увійшли як гніздові, так і мігруючі види, що робить її важливим джерелом матеріалів для порівняльного аналізу. Високу наукову цінність ранньої колекції підтверджують, зокрема,

- гніздові екземпляри *Hippolais icterina* (Vieillot, 1817): № 28748/58 (♂, 27.06.1974) та № 28749/59 (♂, 26.06.1974), зібрані в м. Краснодар у тополевих насадженнях району Затон річки Кубань,

- серія з восьми екземплярів *Oenanthe isabellina* (Temminck, 1829): № 29485/102 і № 29482/99 (♂♂, 21.05.1974), № 29483/100 і № 29484/101 (♀♀, 21.05.1974), № 29481/98 і № 29502/96 (juv., 21.05.1974) та № 29480/97 (juv., 22.05.1974), зібрані на березі р. Уруп, а також № 29486/103 (♂, 17.08.1974) з околиць м. Краснодар.

У наступні роки він продовжував систематично розширювати свою колекцію. Уже навчаючись в аспірантурі в Києві, він не полишав польових робіт і послідовно доповнював колекцію птахами Північно-Західного Кавказу, здобувши ще 130 екз., що належать до 37 видів.

У 1977–1988 рр. Олександр Михайлович був учасником п'яти експедицій Зоологічного музею ННПМ НАН України до Приморського краю. Польові роботи проводилися в різних районах регіону: в Уссурійському міському окрузі, Хасанському районі та околицях Владивостока (20.05–15.07.1977), у Тернейському районі (16–30.06.1979), в околицях м. Великий Камінь (12–22.08.1983), а також у низці районів Примор'я під час експедицій 1987 та 1988 років. Усі здобуті екземпляри були препаровані, і нині їхні шкурки зберігаються у фондовій орнітологічній колекції музею (Peklo 2011, 2012). Загалом ці експедиції поповнили фонди 404 екз., що належать до 112 видів. Найбільше було зібрано екземплярів із таких родин:

- Muscicapidae – 280 екз., • Passeridae – 192 екз., • Fringillidae – 152 екз., • Sylviidae – 150 екз., • Alaudidae – 85 екз., • Emberizidae – 76 екз., • Scolopacidae – 75 екз., • Anatidae – 56 екз., • Motacillidae – 54 екз., • Accipitridae – 49 екз., • Laniidae – 48 екз. Інші родини представлені поодинокими екземплярами.

Починаючи з 1972 р., О. М. Пекло працював на північному заході Узбекистану, переважно в запо-

віднику Бадай-Тугай (Каракалпакстан). Згодом, навчаючись в аспірантурі, він у 1976 р. здійснив польові дослідження в низці областей Узбекистану, охопивши Сурхандар'їнську, Кашкадар'їнську, Самаркандську, Ферганську, Наманганську, Навоїйську та Бухарську області, а також територію Каракалпакстану. У 1986 р. він працював в Андижанській області вже у складі експедицій Зоологічного музею ННПМ НАН України. Усі здобуті екземпляри були препаровані й нині (за поодинокими винятками) зберігаються у фондовій орнітологічній колекції музею (Peklo, Til'ba 2014). Завдяки цим експедиціям фонди поповнилися 66 екз., що належать до 29 видів (16 родин). Найбільше було зібрано екземплярів із таких родин:

- Alaudidae – 12 екз., • Muscicapidae – 9 екз., • Passeridae – 8 екз., • Pteroclididae – 8 екз., • Coraciidae – 7 екз., • Charadriidae – 5 екз. Інші родини представлені поодинокими екземплярами.

Починаючи з 1975 р., Олександр Михайлович разом зі співробітниками відділу брав участь у низці експедицій до Туркменістану. Польові роботи проводилися у травні 1976 р., квітні 1978 р., квітні–травні 1979 р. та у вересні–жовтні 1981 р. Результатом цих поїздок стали 254 екз. птахів, що належать до 85 видів (29 родин). Найбільше представлені родини:

- Muscicapidae – 56 екз., • Sylviidae – 30 екз., • Alaudidae – 24 екз., • Accipitridae – 19 екз., • Emberizidae – 16 екз., • Strigidae – 16 екз., • Corvidae – 15 екз., • Laniidae – 11 екз., • Passeridae – 10 екз. Інші родини представлені поодинокими екземплярами.

У співпраці із Зоологічним музеєм АН Киргизстану (м. Бішкек) у 1986 та 1989 рр. він здійснив зоологічні експедиції до Киргизстану, зокрема на територію Тянь-Шаню (Peklo 2006). Під час цих досліджень було зібрано 97 екземплярів птахів, що представляють 41 вид (22 родини):

- Fringillidae – 37 екз., • Muscicapidae – 9 екз., • Prunellidae – 7 екз., • Motacillidae – 6 екз., • Cinclidae – 5 екз., • Columbidae – 5 екз., • Laridae – 4 екз., • Scolopacidae – 3 екз. Інші родини представлені поодинокими екземплярами.

Збираючи матеріали для дисертаційної роботи у травні–червні 1976 і 1978 рр., а також уточнюючи дані для підготовки монографії про мухоловок у 1986 р., О. М. Пекло здійснив польові дослідження в Таджикистані. Завдяки цим поїздкам фондова колекція поповнилася 106 екз., що належать до 52 видів птахів 16 родин:

- Muscicapidae – 31 екз., • Alaudidae – 16 екз., • Sylviidae – 12 екз., • Fringillidae – 11 екз., • Hirundinidae – 6 екз., • Laniidae – 6 екз., • Corvidae – 4 екз., • Emberizidae – 4 екз., • Laridae – 4 екз., • Passeridae – 3 екз., • Timaliidae – 2 екз. Інші родини представлені поодинокими екземплярами.

У 1976 р. О. М. Пекло брав участь в експедиції в Азербайджані, де зібрав чотири екз., що належать до двох видів птахів: *Numenius phaeopus* (Linnaeus, 1758), *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758). Також у 1976 та 1986 роках він працював у Казахстані, поповнивши фонди 13 екз. семи видів (шість родин):

- Laniidae – 5 екз., • Alcedinidae – 3 екз., • Laridae – 2 екз., • Emberizidae – 1 екз., • Remizidae – 1 екз., • Upuridae – 1 екз. Особливий інтерес становить надходження двох екземплярів *Lanius lahtora pallidirostris* Cassin, 1851, які є цінним доповненням до колекції.

Експедиції на Українську антарктичну станцію «Академік Вернадський» поповнили фонди такими видами:

- *Larus dominicanus* Lichtenstein, MHC, 1823 – 12 екз.; • *Chionis albus* (Gmelin, 1789) – 8 екз.; • *Oceanites oceanicus* Kuhl, 1820 – 4 екз.; • *Stercorarius maccormicki* Saunders, 1893 – 6 екз.; • *Sterna vittata* Gmelin, 1789 – 6 екз.; • *Pagodroma nivea* (G. Forster, 1777) – 4 екз.; • *Leucocarbo atriceps* (King, 1828) – 2 екз.; • *Fregetta tropica* (Gould, 1844) – 1 екз., • *Pygoscelis adeliae* (Hombron & Jacquinot, 1841) – 1 екз., • *Pygoscelis papua* (Forster, 1781) – 1 екз. (Рис. 4).



Рис. 4. Колекційні екземпляри *Pygoscelis adeliae* № 41149/7 та *P. papua* № 41146/1, здобуті О. М. Пеклом під час експедиції на станцію «Академік Вернадський».

Fig. 4. Collection specimens of *Pygoscelis adeliae* No. 41149/7 and *P. papua* No. 41146/1, collected by O. M. Peklo during an expedition to the Akademik Vernadsky station.

Орнітологічні матеріали з України

Попри численні експедиції за межами країни, основні польові маршрути вченого пролягали через віддалені регіони Центральної Азії та Кавказу, однак він не полишав роботи й на території України, послідовно доповнюючи фонди місцевими видами, хоч і в менших обсягах, приділяючи при цьому особливу увагу південним регіонам.

З огляду на зібрані матеріали, збори з України представлені 251 екз., що належать до 114 видів (Табл. 1).

Таблиця 1. Таксономічна структура орнітологічних матеріалів з території України: кількість родин, видів, екземплярів та їх розподіл за областями

Table 1. Taxonomic structure of ornithological materials from Ukraine: number of families, species, and specimens, and their distribution by region

Родина	Σ видів	Σ екз.	Область (екз.)
Accipitridae	3	7	Київська обл.(1), Крим (6)
Alaudidae	2	9	Крим (9)
Alcedinidae	1	2	Крим (2)
Anatidae	12	26	Волинська обл. (1), Запорізька (3), Крим (18), Миколаївська (3), Херсонська (1)
Apodidae	1	2	Київська обл.(1), Крим (1)
Ardeidae	6	7	Крим (7)
Burhinidae	1	1	Крим (1)
Charadriidae	2	2	Крим (2)
Cinclidae	1	4	Закарпатська (3), Львівська (1)
Columbidae	2	4	Івано-Франківська (2), Крим (2)
Corvidae	2	2	Крим (1), Тернопільська (1)
Cuculidae	1	2	Крим (2)
Emberizidae	2	5	Крим (5)
Falconidae	1	1	Крим (1)
Fringillidae	5	7	Київська (2), Крим (4), Хмельницька (1)
Gaviidae	1	1	Крим (1)
Glareolidae	1	6	Крим (6)
Haematopodidae	1	2	Крим (2)
Laniidae	3	4	Київська (1), Крим (3)
Laridae	8	20	Запорізька (1), Крим (18)
Motacillidae	3	12	Житомирська (3), Закарпатська (4), Крим (1), Львівська (1), Чернігівська (3)
Muscicapidae	11	14	Вінницька (3), Житомирська (3), Крим (5), Чернігівська (3)

Paradoxornithidae	1	1	Чернігівська (1)
Paridae	1	2	Рівненська (1)
Passeridae	2	2	Київська (1), Крим (1)
Phalacrocoracidae	1	1	Крим (1)
Phasianidae	3	5	Закарпатська (2), Крим (2), Львівська (1)
Picidae	1	3	Київська (3)
Podicipedidae	4	10	Запорізька (3), Крим (7)
Procellariidae	1	3	Крим (3)
Rallidae	4	18	Крим (18)
Recurvirostridae	2	8	Крим (8)
Remizidae	1	2	Крим (2)
Scolopacidae	13	41	Волинська обл. (4), Житомирська (5), Крим (26), Рівненська (6)
Strigidae	1	1	Крим (1)
Sturnidae	2	5	Крим (5)
Sylviidae	5	7	Житомирська (1), Крим (3), Чернігівська (3)
Tetraonidae	1	1	Житомирська (1)
Threskiornithidae	1	1	Крим (1)
Σ	114	251	

Види, занесені до Червоної книги України

Найціннішу частину колекції становлять види птахів, занесені до ЧКУ. Їхнє представлення у зборах О. М. Пекла охоплює низку адміністративних областей, зокрема:

Поліські області. Волинська обл.

• *Limosa limosa* (Linnaeus, 1758): 33291/76, ♂, 03.06.1980р., біля с. Вишнів; 33280/65, ♂, 02.06.1980, біля с. Любешів; 33281/66 та 33282/67, ♀♀, 02.06.1980 р., біля с. Любешів. Рівненська обл. • *Limosa limosa*: 33284/69 та 33286/71, ♂, 01.06.1980 р., біля с. Серники; 33283/68, 33285/70, 33287/72, ♀♀, 01.06.1980 р., біля с. Серники. Житомирська обл. • *Limosa limosa*: 33289/74, ♂, 29.05.1980 р., біля с. Білокоровичі; 33288/73 та 33290/75, ♀♀, 29.05.1980 р., біля с. Білокоровичі. • *Tetrastes bonasia* (Linnaeus, 1758): 37783/53, juv, 15.06.1983 р., між с. Городець і с. Усове. Київська обл. • *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758): 41345/17, ♂, 26.12.2009 р., біля с. Оране. • *Lanius excubitor*; Linnaeus, 1758: 41197/123, ♂, 28.12.2001р., біля м. Київ.

Запорізька обл. • *Branta ruficollis* (Pallas, 1769): 38251/7, ♀, juv, 01.11.1985 р., біля с. Олександрівка, берег лиману Молочний.

Крим. • *Mareca strepera* (Linnaeus, 1758): 38563/41, 10.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой; 33423/36, ♂, 06.05.1981, коса Арабатська Стрілка, центральна частина. • *Ardeola ralloides* (Scopoli, 1769): 38479/26, ♂, 19.08.1986, 5 км на північ від

м. Джанкой. • *Asio flammeus* (Pontoppidan, 1763): 33450/88, ♂, 29.05.1981, Керченський півострів, між оз. Тобечицьке та г. Опук. • *Aythya nyroca* (Güldenstädt, 1770): 38565/39, ♀, 14.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой; 38564/38, ♀, 24.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой. • *Burhinus oedicnemus* (Linnaeus, 1758): 33433/18, ♂, 06.05.1981, коса Арабатська Стрілка, південна частина. • *Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769: 33399/44, 33400/45, 33418/46, ♂, 29.05.1981, Керченський півострів, між с. Мар'ївка та с. Огоньки. • *Glareola pratincola* Linnaeus, 1766: 38499/43, ♂, 19.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой; 38498/42, ♀, juv, 28.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой; 33361/18, 33362/19, ♂, 18.06.1980, біля с. Долосси; 33363/20, 33364/21, ♀♀, 18.06.1980, біля с. Долосси. • *Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758: 33448/41, ♂, 06.05.1981, коса Арабатська Стрілка, південна частина; 33449/42, ♂, 01.05.1981, коса Арабатська Стрілка, центральна частина. • *Himantopus himantopus* (Linnaeus, 1758): 38942/38, ♂, juv, 21.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой; 33307/24, ♀, 18.06.1980, біля с. Долосси. • *Hydroprogne caspia* (Pallas, 1770): 39755/48, ♂, 12.08.1991, 5 км на північ від м. Джанкой. • *Numenius arquata* (Linnaeus, 1758): 33429/60, ♂, 30.04.1981, коса Арабатська Стрілка, південна частина. • *Numenius phaeopus* (Linnaeus, 1758): 33434/13, ♂, 30.04.1981, коса Арабатська Стрілка, південна частина. • *Gulosus aristotelis* (Linnaeus, 1761): 33318/2, ♂, 28.10.1980, біля с. Коктебель, Чорне море, бухта Тиха. • *Plegadis falcinellus* (Linnaeus, 1766): 36578/14, ♂, 12.08.1984, біля с. Кият. • *Podiceps auritus* (Linnaeus, 1758): 38483/8, ♀, 01.09.1986, 5 км на північ від м. Джанкой. • *Recurvirostra avosetta* Linnaeus, 1758: 38485/49, ♂, juv, 12.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой; 33308/38, ♀, 18.06.1980, біля с. Долосси; 33437/41, ♂, 06.05.1981, коса Арабатська Стрілка, центральна частина; 33435/39, 33436/40, ♀♀, 06.05.1981, коса Арабатська Стрілка, центральна частина; 33463/42, ♀, 19.05.1981, коса Арабатська Стрілка, центральна частина. • *Sternula albifrons* (Pallas, 1764): 39502/76, ♂, juv, 19.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой. • *Pastor roseus* (Linnaeus, 1758): 33401/79, 33402/80, ♂, 29.05.1981, Керченський півострів, гора Опук. • *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764): 33426/14, ♂, 28.05.1981, Керченський півострів, м. Казантип. • *Tringa stagnatilis* (Bechstein, 1803): 40780/63, ♂, 21.08.1986, 5 км на північ від м. Джанкой.

Таким чином, орнітологічна колекція О. М. Пекла постає як багатопшарове й надзви-

чайно репрезентативне зібрання, що охоплює широкий географічний простір, значну таксономічну різноманітність і унікальні за науковою цінністю матеріали. Вона не лише відображає еволюцію його професійного становлення, а й слугує цінною порівняльною базою для таксономічних, морфологічних та фауністичних досліджень.

Іхтіологічні матеріали з-за меж України

Іхтіологічні матеріали мають чітко окреслений таксономічний склад, тому в цьому розділі наведено перелік видів (а не родин), що дає змогу точніше представити структуру колекції та її наукову інформативність.

Іхтіологічна частина колекції О. М. Пекла охоплює 88 од. зб. (417 екземплярів), зібраних у 1970–2000-х роках у межах України та за її межами. Матеріали включають представників прісноводних і морських екосистем. Іхтіологічні збори охоплюють широкий географічний діапазон: територію України (річкові системи Полісся, Лісостепу та Причорномор'я), країни Центральної Азії (Таджикистан, Узбекистан, Казахстан), Далекий Схід (Приморський край), Атлантичний регіон (Гібралтарська протока, узбережжя Уругваю), а також Антарктичний регіон, представлений матеріалами, зібраними під час антарктичних сезонів.

У червні 1978 р., перебуваючи в експедиції в Таджикистані, він передав до колекційних фондів 13 екз. *Glyptosternon reticulatum* McClelland, 1842, зібраних у річці Кафірніган (бас. р. Амудар'я). У 1979 р., працюючи на р. Серебрянка (Приморський край), він зібрав *Pseudaspius brandtii* (Dybowski, 1872) (7 екз.) та *Trachidermus fasciatus* Heckel, 1837 (1 екз.). Через чотири роки, у серпні 1983 року, під час робіт поблизу с. Великий Камінь на Далекому Сході, колекція поповнилася ще одинадцятьма місцевими видами (105 екз.):

• *Opisthocentrus ocellatus* Tilesius, 1811 (50 екз.), • *Argyrocottus zanderi* Herzenstein, 1892 (22 екз.), • *Hexagrammos octogrammus* Pallas, 1814 (9 екз.), • *Pholis ornata* (Girard, 1854) (8 екз.), • *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810) (8 екз.), • *Blepsias cirrhosus* (Pallas, 1814) (2 екз.), • *Epinephelus bruneus* Bloch, 1793 (2 екз.), • *Pseudaspius brandtii* (2 екз.), • *Furcina osimae* Jordan & Starks, 1904 (2 екз.) (Рис. 5).

У червні 1986 р., під час експедиції до Узбекистану, з Андижанського водосховища на р. Карадар'я (притока р. Сирдар'я) були отримані екземпляри

- *Alburnoides taeniatus* (Kessler, 1874) (9 екз.),
- *Schizopyge curvifrons* (Heckel, 1838) (3 екз.),
- *Triplophysa strauchii* (Kessler, 1874) (4 екз.).

Під час подорожі до української антарктичної станції він також збирав іхтіологічний матеріал: перебуваючи на рейді африканського порту Сеута в Гібралтарській протоці (04.02.1998), добув екземпляр *Scorpaena notata* Rafinesque, 1810, а 26–27.02.1998 у порту Монтевідео (Уругвай) придбав на місцевому ринку 14 екз. *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823). Під час переходу Атлантичним океаном він зібрав *Notothenia coriiceps* J. Richardson, 1844 (14 екз.), *Cynoscion striatus* (Cuvier, 1829) (8 екз.), *Cephalopholis fulva* (Linnaeus, 1758) (2 екз.), *Mustelus schmitti* (Springer, S., 1939) (2 екз.) та *Naucrastes ductor* (Linnaeus, 1758) (1 екз.) Збори антарктичного періоду налічують 11 од. зб. і включають 41 екз.

Іхтіологічні матеріали з України

Окрему частину колекції становлять іхтіологічні матеріали з території України, представлені 62 одиницями зберігання (233 екз.). У 1980–2011 рр. ним зібрано 28 видів риб, що відображають видовий склад місцевої іхтіофауни.

У Криму (1980, 1981, 1996 рр.) він здійснював збори в районі Карадагського заповідника:

- *Symphodus ocellatus* Forsskal, 1775 (13 екз.),
- *Parablennius sanguinolentus* Pallas, 1814 (3 екз.),
- *Ponticola platyrostris* (Pallas, 1814) (32 екз.),
- *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) (3 екз.);

а також у м. Ялта:

- *Parablennius sanguinolentus* (15 екз.),
- *Symphodus roissali* (Risso, 1810) (6 екз.),
- *Symphodus ocellatus* (5 екз.), • *Symphodus tinca* (Linnaeus, 1758) (1 екз.), • *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 (2 екз.).

У Києві всі збори були здійснені в районі Північного мосту у 1982 та 2001–2006 рр. До колекції ввійшли 23 види:

- *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 (33 екз.),
- *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) (16 екз.),
- *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) (15 екз.), • *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 (14 екз.), • *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) (11 екз.), • *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) (8 екз.),
- *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758) (5 екз.),
- *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) (5 екз.),
- *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) (4 екз.), • *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) (3 екз.), • *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) (2 екз.), • *Syngnathus abaster* Risso, 1826 (3 екз.),
- *Abramis brama* Linnaeus, 1758 (2 екз.), • *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758) (1 екз.),

- *Ballerus ballerus* (Linnaeus, 1758) (1 екз.), *Ballerus sapa* Pallas, 1814 (2 екз.), • *Idus idus* (Linnaeus, 1758) (1 екз.), • *Ponticola kessleri* (Günther, 1861) (1 екз.) (Рис. 6).



Рис. 5. Колекційні екземпляри *Furcina osimae* № 5908, 20–25.08.1983, бухта Кувшин, Японське море.
Fig. 5. Collection specimens of *Furcina osimae* No. 5908, 20–25 August 1983, Kuvshin Bay, Sea of Japan.



Рис. 6. Колекційний екземпляр *Mesogobius batrachocephalus* № 8208, 14.10.2004, м. Київ, Північний міст.

Fig. 6. Collection specimen of *Mesogobius batrachocephalus* No. 8208, 14.10.2004, Kyiv, Pivnichnyi Bridge.



Рис. 7. Колекційний екземпляр *Lota lota* № 8059, 04.09.2003, м. Київ, Північний міст.

Fig. 7. Collection specimen of *Lota lota* № 8059, 04.09.2003, Kyiv, Pivnichnyi Bridge.

Види, занесені до Червоної книги України

Види, занесені до Червоної книги України, становлять одну з найцінніших частин будь-якої природничої колекції (Рис. 7). Їхня присутність у фондах фіксує стан рідкісних і вразливих видів у конкретний історичний період.

Київська обл., м. Київ, біля Північного мосту:
 • *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758): № 7070 (1 екз.), 31.07.2003. • *Chondrostoma nasus* Linnaeus, 1758: № 6509 (1 екз.), 18.07.2001. • *Gymnocephalus acerina* Gldenstdt, 1774: № 6507 (1 екз.), 18.07.2001; № 7074 (1 екз.), 27.07.2003; № 7043 (1 екз.), 09.05.2003; № 8117 (2 екз.), 13–25.06.2004; № 8338 (1 екз.), 15.07.2005; № 8341 (3 екз.), 19.06.2005; • *Gymnocephalus baloni* Holck & Hensel, 1974: № 7046 (2 екз.), 14–20.06.2003; № 7073 (2 екз.), 01–27.07.2003; № 8061 (1 екз.), 24.09.2003; № 8206 (2 екз.), 21.09.2004; № 8336 (2 екз.), 25.08.2005; № 8532 (1 екз.), 27.07.2006; № 9603 (3 екз.), 2011. • *Lota lota* (Linnaeus, 1758): № 8059 (1 екз.) 04.09.2003; № 8342 (1 екз.), 23.09.2005.

Усе наведене вище дозволяє оцїнити їхтіологічні збори О. М. Пекла як цілісну, різноманїтну та науково значущу частину колекції.

Теріологічні матеріали з-за меж України

Перебуваючи в різних експедиціях, О. М. Пекло збирав не лише птахів та риб, а й активно поповнював теріологічні фонди. Його інтерес до ссавців поєднувався з високою майстерністю таксидерміста: він багато часу присвячував виготовленню тушок і «таксидермічних фігур» як для музейних колекцій та експозицій, так і на приватні замовлення, і саме ця фахова вправність зумовила появу низки його робіт у фондах музею. Загалом О. М. Пеклом було зібрано 134 екз. 31 виду ссавців.

Перший власноруч виготовлений екземпляр ссавця з'явився ще під час його навчання в університеті – це *Talpa europaea* Linnaeus, 1758 (№ 6693), привезена разом з іншими колекційними матеріалами з м. Краснодар.

Упродовж 1970–1980-х рр. він брав участь у численних експедиціях у складі групи зоологів, і саме ці польові виїзди стали основним джерелом його теріологічних зборів. Перші з них припадають на 1971–1977-х рр., коли він навчався в Краснодарі та регулярно повертався туди після закінчення університету. Працюючи разом із місцевими фахівцями, він збирав типових представників фауни регіону: *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) (34 екз., у фондах – черепа та шкурки), *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766 (3 екз.) та *Talpa europaea* (1 екз.).

Особливо показовими є його збори *Cricetus cricetus*: у грудні 1973 р. в п. Яблунівка ним було здобуто 23 ♂, 3 ♀ та 8 екземплярів із невизначеною статтю, а 18.11.1977 р. – ще 14 ♂ і 6 ♀. Така вибірка, ймовірно, була пов'язана з науковим інте-

ресом дослідника до цього виду (Рис. 8). У 2020 р. цей вид був офіційно визнаний таким, що перебуває під загрозою зникнення на всій території свого ареалу (Червоний список МСОП).



Рис. 8. Вибрані екземпляри *Cricetus cricetus* №№ 6927/75, 6924/72, 6925/73, 6936/84, 6923/71, 6926/74, 18.11.1977, м. Краснодар, п. Яблунівка.

Fig. 8. Selected *Cricetus cricetus* specimens (Nos. 6927/75, 6924/72, 6925/73, 6936/84, 6923/71, 6926/74), 18.11.1977, Krasnodar, Yablunivka.

У 1976, 1978, 1979 та 1981 рр. він працював у складі зоологічних експедицій у Туркменістані, де поповнив фонди дев'ятьма видами:

• *Scarturus elater* (Lichtenstein, 1825) (1 екз., шкурка, череп), • *Canis aureus* Linnaeus, 1758 (1 екз., шкурка, череп), • *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) (2 екз., черепа та шкурки), • *Paraechinus hypomelas* (Brandt, 1836) (1 екз., шкурка, череп), • *Meriones libycus* Lichtenstein, 1823 (2 екз., шкурки та черепа), • *Meriones meridianus* (Pallas, 1773) (череп, шкурка), • *Lepus capensis* (Linnaeus, 1758) (2 екз., черепа та шкурки), • *Spermophilopsis leptodactyla* Lichtenstein, 1823 (1 екз. – шкурка; 5 екз. – спиртова фіксація), • *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) (1 екз., шкурка).

У 1976 р., працюючи в Узбекистані, він зібрав 7 екз. *Spermophilus relictus* (Kashkarov, 1923) (6 ♂, 1 ♀; шкурки та черепа) і 1 екз. *Spermophilus fulvus* (Lichtenstein, 1823) (♂; шкурка, череп).

Під час експедицій до Приморського краю у 1977 та 1987 рр. він зібрав 8 екземплярів чотирьох видів:

• *Craseomys rufocanus* (Thomas, 1907), • *Lepus timidus* Linnaeus, 1758, *Eutamias sibiricus* Laxmann, 1769, • *Sorex isodon* Turov, 1924.

У 1986 р. він працював у двох середньоазійських експедиціях. У Киргизстані ним було виготовлено тушки та передано до фондів п'ять видів:

• *Orientallactaga sibirica* (Forster, 1778), • *Lepus capensis*, • *Spermophilus relictus*, • *Marmota caudata* (Geoffroy, 1844), *Mustela nivalis*.

Того ж року, у червні, під час роботи в Таджикистані (Памір) він привіз до колекції *Lepus capensis* (3 черепи) та *Marmota caudata* (1 череп) (Рис. 9).



Рис. 9. Колекційні екземпляри *Marmota caudata* (черепи): № 11762/3, 12.07.1986, Киргизстан, Ак-Суйський р-н, оз. Іссик-Куль; № 11763/4, 13.06.1986, Таджикистан, Горно-Бадахшанська АО, оз. Ранг-Куль, Памір; № 11760/1, 09.06.1986, Киргизстан, Ошська обл., Алайський р-н, с. Кизил-Алай.

Fig. 9. Collection skull specimens of *Marmota caudata*: No. 11762/3, 12 July 1986, Kyrgyzstan, Ak-Suu District, Lake Issyk-Kul; No. 11763/4, 13 June 1986, Tajikistan, Gorno-Badakhshan Autonomous Region, Lake Rang-Kul, Pamir; No. 11760/1, 9 June 1986, Kyrgyzstan, Osh Region, Alai District, Kyzyl-Alai village.

Теріологічні матеріали з України

З території України теріологічні збори менш численні, проте й тут він залишив помітний внесок. У 1980 р. із Закарпатської та Житомирської областей походять *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758 (2 екз., шкурки та черепи). У 1981 році в Криму та Херсонській області ним було зібрано *Allactaga major* (шкурка, череп; шкурка). У 1988 та 1993 роках у Криму – *Lepus europaeus* (Pallas, 1778) (1 екз., череп) та *Myocastor coypus* (Molina, 1782) (1 екз., шкурка).

Види, занесені до Червоної книги України

Види ссавців, занесені до Червоної книги України, становлять особливо цінний компонент теріологічних колекцій, оскільки вони фіксують стан рідкісних і вразливих популяцій у конкретний період.

• Рівненська обл. *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839): № 9552 – ♀, м. Камінь-Каширський, 30.05.1980 (шкурка, череп). • Хмельницька обл. *Myotis daubentonii* Kuhl, 1817: № 9555, 9556 – ♂♂, м. Кам'янець-Подільський, 12.06.1980 (шкурки). • Миколаївська обл. *Neophaeus serotinus* Schreber, 1774: № 9549, с. Дмитрово, 16.06.1980 (шкурка, череп). • Крим. *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800): № 9563, 9564, 9566 – ♂♂ juv.; № 9560, 9561, 9565, 9567 – ♀♀ juv.; № 9562 – ♀; усі – Карадзький заповідник, 30.04.1980 (шкурки та черепи); № 12007 – ♀, Карадзький заповідник, 30.06.1980 (шкурка).

У сукупності теріологічні збори О. М. Пекла формують багатогранну картину його дослідницької діяльності – від степів Туркменістану й гірських районів Паміру до тайгових лісів Примор'я та локальних виїздів в Україні. Ці матеріали демонструють послідовність і масштаб його внеску як зоолога, який працював передусім для науки та музейних фондів.

Обговорення

Колекційні матеріали О. М. Пекла, зібрані в різних біорегіонах, демонструють продуману та послідовну стратегію поповнення музейних фондів – від українських лісів і степів до пустель Центральної Азії, тайгових схилів Примор'я, Антарктичного узбережжя та субтропічних ландшафтів Південної Америки. Завдяки підтримці своїх учителів, наукових керівників, друзів і колег Олександр Михайловичу вдалося сформулювати надзвичайно цінний у науковому плані матеріал, придатний для морфологічних порівнянь, таксономічних досліджень і аналізу різноманіття. Зібрані

ним екземпляри були використані у дисертаційних роботах і наукових публікаціях, присвячених систематиці, мінливості, статевому диморфізму та поширенню окремих видів птахів (Tsvelykh 2013; Tajkova 2016; Peskov, Franchuk 2023).

Матеріали мають високу наукову інформативність: вони придатні для ревізій видів і підвидів, аналізу морфологічної мінливості, дослідження просторової структури популяцій. Значна частка червонокнижних видів підсилює значення колекції, а збори з різних природних зон – від пустель до високогір'я – створюють основу для порівняльних екологічних досліджень.

Географія експедицій і етапи професійного становлення дослідника свідчать, що найінтенсивніші збори припадають на Центральноазійський степовий, пустельний і напівпустельний, гірсько-степовий та гірський біорегіони – території експедицій у Туркменістані, Узбекистані, Киргизстані та Таджикистані. Значний масив матеріалу походить також зі Східноазійського (Маньчжурського) біорегіону, насамперед із Приморського краю, де О. М. Пекло працював у складі п'яти експедицій Зоологічного музею ННПМ. Окремі серії екземплярів репрезентують також Антарктичний та Південноамериканський біорегіони, що розширює географічні межі колекції за межі Євразії.

Українські біорегіони – Карпатський, Поліський, Лісостеповий та Причорноморсько-Приазовський степ – представлені меншою кількістю зборів, що пояснюється їхньою вже достатньою репрезентованістю у фондових колекціях того часу. Завідувач музею М. М. Щербак спрямовував експедиційні зусилля на віддалені регіони Центральної Азії та Далекого Сходу, прагнучи збалансувати географічну структуру фондів. Попри менший обсяг, українські матеріали залишаються важливими для регіональних фауністичних досліджень і включають значну частку червонокнижних видів.

Матеріали з різних біорегіонів окреслюють широкий просторовий діапазон польових досліджень О. М. Пекла та відображають специфіку фауни кожної природної зони. У Карпатському біорегіоні колекція представлена переважно птахами із Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської областей; теріологічні та іхтіологічні матеріали відсутні. Поліський біорегіон вирізняється наявністю червонокнижних птахів (*Limosa limosa*, *Tetrastes bonasia*) та дрібних ссавців, насамперед кажанів (*Myotis daubentonii*, *Pipistrellus nathusii*). У Лісостеповому біорегіоні зібрано значний масив іхтіологічних матеріалів із м. Києва (23 види,

включно з *Anguilla anguilla*, *Chondrostoma nasus*, *Gymnocephalus acerina*, *G. baloni*, *Lota lota*), що робить цей регіон одним із найрепрезентативніших у структурі його іхтіологічної колекції. Причорноморсько-Приазовський степ представлений найбільшим українським блоком – 173 екз. птахів, з яких 37 належать до видів ЧКУ; ссавці включають *Lepus europaeus* та *Myocastor coypus*, а іхтіологічні матеріали охоплюють морські види з узбережжя Криму.

Кавказький біорегіон охоплює ранні орнітологічні збори з Азербайджану та теріологічні матеріали з Краснодарського краю (*Cricetus cricetus*, *Mustela nivalis*, *Talpa europaea*), що відіграли важливу роль у формуванні О. М. Пекла як зоолога. Центральноазійський степовий біорегіон представлений птахами з Узбекистану та Казахстану (66 екз., 29 видів), ссавцями (*Spermophilus relictus*, *S. fulvus*, *Cricetus cricetus*) та іхтіофауною (*Glyptosternon reticulatum*, *Alburnoides taeniatum*, *Schizopyge curvifrons*). Пустельний і напівпустельний біорегіон Туркменістану є одним із найповніше представлених: 254 екз. птахів (85 видів) і дев'ять видів ссавців (*Scarturus elater*, *Canis aureus*, *Vulpes vulpes*, *Paraechinus hypomelas*, *Meriones libycus*, *M. meridianus*, *Lepus capensis*, *Spermophilopsis leptodactyla*, *Pipistrellus pipistrellus*). Іхтіологічні матеріали відсутні.

Гірсько-степовий біорегіон (Таджикистан, Киргизстан) включає 106 екз. птахів (52 види), ссавців (*Orientallactaga sibirica*, *Mustela nivalis*) та риб *Triplophysa strauchii*. Центральноазійський гірський біорегіон (Памір, Гіссар, Тянь-Шань) представлений птахами (97 екз., 41 вид), ссавцями (*Lepus capensis*, *Marmota caudata*) та окремими видами риб, що робить його важливим для дослідження високогірних екосистем. Східноазійський (Маньчжурський) біорегіон – Приморський край – є одним із найрепрезентативніших у колекції: 404 екз. птахів (112 видів), тайгові ссавці (*Craseomys rufocanus*, *Lepus timidus*, *Eutamias sibiricus*, *Sorex isodon*) та різноманітна іхтіофауна (*Pseudaspius brandtii*, *Trachidermus fasciatus*, *Blepsias cirrhosus*, *Pholis ornata*, *Eleginus gracilis* та ін.).

Колекція має і певні недоліки. Основний масив матеріалів зібрано у 1970–1990-х роках, що створює часовий розрив між історичними та сучасними даними. Деякі групи тварин представлені менш повно, а географічне охоплення залежить від маршрутів одного збирача, що формує певні суб'єктивні акценти. Попри це, систематичність польових робіт і висока якість підготовки екземплярів значною мірою компенсують ці обмеження.

Узагальнюючи, колекція О. М. Пекла є цілісним і науково вагомим зібранням, яке поєднує таксономічне різноманіття з широкою географічною амплітудою. Вона дозволяє реконструювати маршрути експедицій, аналізувати фауністичні особливості різних біорегіонів та використовувати матеріали для сучасних морфологічних, таксономічних і природоохоронних досліджень. Її значення полягає в тому, що вона зберігає унікальний зріз фауни та доповнює фондові колекції України матеріалами, які й сьогодні залишаються актуальними для науки.

Висновки

Колекція О. М. Пекла становить цілісний зоологічний комплекс, сформований упродовж кількох десятиліть польових досліджень у різних природних зонах. Її таксономічна структура, що охоплює птахів, ссавців і риб, відображає широкий спектр дослідницьких інтересів Олександра Михайловича та забезпечує можливість для різних напрямів фауністичних досліджень. Значний обсяг матеріалів із Центральної Азії та Східної Азії, а також наявність екземплярів із ключових українських біорегіонів формують збалансоване джерело для порівняльних біогеографічних досліджень.

Колекція вирізняється науковою інформативністю: вона дозволяє оцінювати морфологічну мінливість, уточнювати таксономічний статус окремих форм, реконструювати історичні межі ареалів та аналізувати просторову структуру популяцій. Особливу цінність становлять екземпляри видів, занесених до Червоної книги України, які фіксують стан рідкісних популяцій у певний історичний період. Географічна широта колекції – від пустель і напівпустель до високогірних райо-

нів Паміру та тайгових лісів Примор'я – створює унікальні можливості для аналізу фауни різних біорегіонів.

Попри певні обмеження, пов'язані з часовою нерівномірністю зборів та залежністю географічного охоплення від маршрутів, колекція характеризується високою якістю підготовки екземплярів і системністю польових робіт. Це забезпечує її довготривалу наукову цінність і робить придатною для сучасних морфологічних, таксономічних, біогеографічних та природоохоронних досліджень.

Колекція О. М. Пекла є важливим джерелом для вивчення фауни, вона доповнює фонди матеріалами з малодоступних регіонів і зберігає свою унікальність та актуальність для науки

Подяки

Автори висловлюють глибоку повагу й щирі вдячності усім кураторам та зберігачам фондів колекцій, які присвятили своє життя музейній справі. Їхня щоденна, часто непомітна праця забезпечує збереження наукової спадщини, підтримує цілісність колекцій і створює підґрунтя для подальших досліджень. Автори також щиро вдячні І. В. Загороднюку за всебічну допомогу та цінні зауваження, які суттєво підвищили якість цієї роботи.

Декларації

Фінансування. Дослідження проведено в рамках планової наукової теми ННПМ НАН України з номером держреєстрації №: 0125U000218 («Аналіз зоологічних колекцій ННПМ НАН України з метою оцінки різноманіття фауністичних комплексів та їхньої стійкості за умов трансформації екосистем під впливом природних та антропогенних чинників»).

ANTARCTIC TREATY SECRETARIAT (1991) *Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty*. Annex II: Conservation of Antarctic Fauna and Flora.
BARABANOVA, V.V., KLOCHKO, H.V., MALIUK, A.Y. (2019) A brief review on the history of formation and composition of scientific collections of the Department of Zoology of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine. *Proceedings of the Zoological Museum*, 50, 50–69.
BOKOTEL, A.A., DYKYI, I.V. (2012) Oleksandr Mykhailovych Peklo (to the 60th anniversary of his birth) [Oleksandr Mykhailovych Peklo (do 60 richchia z dnia narodzhennia)]. *Troglochytes. Proceedings of the Western Ukrainian Ornithological Society*, 3, 189–191. (in Ukrainian)

DEAN, C.D., THOMPSON, J.R. (2025) Museum 'Dark Data' Show Variable Impacts on Deep-Time Biogeographic and Evolutionary History. *Proceedings of the Royal Society B*, 292, 20242481.
DOTSENKO, I.B. (2019) Zoological Department of the National Museum of Natural History of NAS of Ukraine in the 21st Century. *Proceedings of the Zoological Museum*, 50, 16–28.
FROESE, R., PAULY, D. (eds.) (2025) *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Accessed November 2025. <https://www.fishbase.org>
MAMMAL DIVERSITY DATABASE (2025) *Mammal Diversity Database*. Zenodo, September 1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17033774>.

- MILLER, S.E., BARROW, L.N., SELTMANN, K.C., KAWAHARA, A.Y. (2020) Regional Collections Are an Essential Component of Biodiversity Research Infrastructure. *BioScience*, 70 (6), 531–533.
- MØLLER, A.P., MOUSSEAU, T.A., MILINEVSKY, G., PEKLO, A.M. (2005) Condition, reproduction and survival of barn swallows from Chernobyl. *Journal of Animal Ecology*, 74, 1102–1111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2005.01009.x>
- MØLLER, P., HOBSON, K.A., MOUSSEAU, T.A., PEKLO, A.M. (2006) Chernobyl as a population sink for barn swallows: tracking dispersal using stable-isotope profiles. *Ecological Applications*, 16 (5), 1696–1705.
- OLSON, D.M., DINERSTEIN, E. (2002) The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89 (2), 199–224.
- OLSON, S.L. (1997) The Contributions of Alexander Wetmore to Neotropical Ornithology. *Ornitología Neotropical*, 8, 1–12.
- PAVLIUCHENKO, O.V., DMYTRUK, V.S. (2026) Methodological Aspect of Using Mammal Taxidermy Sculptures in Teaching Natural Science Educational Components in Higher Education. *Pedagogical Innovation: Modernity and Perspectives*, 11, 170–176.
- PEKLO, A.M. (1987) Mukholovki fauny SSSR [Flycatchers of the fauna of the USSR]. Naukova Dumka, Kyiv. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (1997a) *Birds. Issue 1. Non-Passeriformes (Sphenisciformes, Gruiformes)*. Zoological Museum of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine, Kyiv. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (1997b) *Birds. Issue 2. Non-Passeriformes (Charadriiformes, Piciformes)*. Zoological Museum of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine, Kyiv. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (2001) Materials on the species composition and quantitative distribution of birds in the Drake Passage and adjacent waters in March 1998. *Bulletin of the National Museum of Natural History*, 1, 132–137.
- PEKLO, A.M. (2002) *Birds. Issue 3. Passeriformes*. Zoological Museum of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine, Kyiv. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (2006) Materials on the Ornithofauna of Northern and Central Kyrgyzstan. *Proceedings of the Zoological Museum*, 38, 84–96.
- PEKLO, A.M. (2007) *The Birds of Argentine Islands and Petermann Island*. [Pticy Argentinskikh ostrovov i ostrova Piterman] Mineral Publishers, Kryvyi Rih. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (2008) *Birds. Issue 4. Passeriformes*. Zoological Museum of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine, Kyiv, 1–410. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (2010) Materials on Feeding of the Birds of Northwest Caucasus. Report 1. Podicipediformes – Falconiformes. *Berkut*, 19 (1–2), 64–73.
- PEKLO, A.M. (2011) Materials on Feeding of the Birds of Northwest Caucasus. Report 2. Galliformes – Piciformes. *Berkut*, 20 (1–2), 29–36.
- PEKLO, A.M. (2011) Notes on the Ornithofauna of the South Far East of Russia (Primorsky Krai). Part 1. Non-Passeriformes. *Berkut*, 20 (1–2), 3–16.
- PEKLO, A.M. (2012) Notes on the Ornithofauna of the South Far East of Russia (Primorsky Krai). Part 2. Passeriformes. *Berkut*, 21 (1–2), 31–43.
- PEKLO, A.M. (2013) Materials on Feeding of the Birds of Northwest Caucasus. Report 3. Passeriformes (Alaudidae – Prunellidae). *Berkut*, 22(1), 25–28.
- PEKLO, A.M. (2014) Materials on Feeding of the Birds of Northwest Caucasus. Report 4. Passeriformes (Sylviidae – Muscicapidae). *Berkut*, 23(2), 65–68.
- PEKLO, A.M. (2016) *Catalogue Oological Collection. Issue 1. Non-Passeriformes* [Pticy Oologicheskaya kollekcija. Vyp. 1. Nevorobinoobraznye]. Kyiv. (in Russian)
- PEKLO, A.M. (2018) *Catalogue Oological Collection. Issue 2. Passeriformes* [Pticy/Oologicheskaya kollekcija. Vyp. 2. Vorobinoobraznye–Passeriformes] Druk Art, Chernivtsi. (in Russian)
- PEKLO, A.M., TAYKOVA, S.Yu., KLOCHKO, A.V. (2010) About Feeding of Rare Bird Species of Ukraine. [K pitaniyu redkih vidov ptic fauny Ukrainy] *Berkut*, 19 (1–2), 57–63. (in Russian)
- PEKLO, A.M., TIL'BA, P.A. (2014) About Feeding of Some Bird Species in the Badai Tugai Nature Reserve and Adjacent Areas of Karakalpakstan (Uzbekistan). [K pitaniyu nekotoryh vidov ptic zapovednika Badaj-Tugaj i sopredelnyh territorij Karakalpakstana (Uzbekistan)] *Berkut*, 23 (2), 69–70. (in Russian)
- PESKOV, V.M., FRANCHUK, M.V. (2023) Interspecific and sexual differences in morphometric characters in five thrush species of the genus *Turdus*. [Mizhvydovi ta statevi vidminnosti za morfometrychnymy oznakamy u piaty vydiv drozdiv rodu *Turdus*] *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 90, 39–48. (in Ukrainian)
- TAJKOVA, S. (2016) Taxonomic Review of Shrikes of the Genus *Lanius* from Ukraine and Their Presence in the Collection of the National Museum of Natural History, NAS of Ukraine [Sorokopudy rodu *Lanius* z Ukrainy: ohliad taksonomii, istoriia doslidzhen ta predstavlenist u kolekciji Natsionalnoho naukovo-prirodnychoho muzeiu NAN Ukrainy]. *Proceedings of the National Museum of Natural History*, 14, 64–72. (in Ukrainian)
- TAJKOVA, S. (2025) Ornithological Collections from the Transcarpathian Oblast [Ornitologichni zbory z Zakarpatskoi oblasti u kolekciji Natsionalnoho naukovo-prirodnychoho muzeiu NAN Ukrainy] *Scientific Bulletin of Uzhhorod University (Biology)*, 58, 153–162. (in Ukrainian)
- TAJKOVA, S., GAVRIS, G. (2025) Ornithological Collections from the Regions of NNP “Nyzhnosulskyi” and RLP “Trakhtemyriv” [Ornitologichni zbory z rehioniv npp «Nyzhnosulskyi» ta RLP «Trakhtemyriv» u kolekciji Natsionalnoho naukovo-prirodnychoho muzeiu nNAN Ukrainy] *Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology*, 59, 69–73. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.59.15>
- TAJKOVA, S., KLOCHKO, H. (2025) Mykola Sharleman's

- Contribution to the Study of Bird Diversity : an analysis of the collection of the National Museum of Natural History (Ukraine) *GEO&BIO*, 27, 91–100. <https://doi.org/10.53452/gb2707>
- TSVELYKH, A.N. (2013) Range expansion of the Iranian Common Redstart (*Phoenicurus phoenicurus samamisticus*) in the Crimean Peninsula. *Branta*, 16, 75–81.
- STEINHEIMER, F.D. (2005) The Bird Collections of Rollo Beck and Their Importance for Pacific Ornithology. *Notornis*, 52, 1–12.
- ZAGORODNIUK, I., EMEL'YANOV, I., CHERVONENKO, O. (2014) Zoological collections and museums as centres of biodiversity investigations. In: *Zoological Collections and Museums*. National Museum of Natural History, NAS of Ukraine, 6–9.
- ZAGORODNIUK, I. (2022a) Zoological museums and mammal collections in Kyiv for the last two centuries. *GEO&BIO*, 22, 37–62.
- ZAGORODNIUK, I. (ed.) (2022b) *Theriology in Ukraine. Part 1: 100 Outstanding Researchers of the Past*. Ukrainian Theriological Society & NMNH NAS of Ukraine, Kyiv. (Series: *Novitates Theriologicae*, Pars 14).
- ZAGORODNIUK, I. (ed.) (2022c) *Theriology in Ukraine. Part 2. Directory of Modern Theriologists*. Ukrainian Theriological Society & NMNH NAS of Ukraine, Kyiv. (Series: *Novitates Theriologicae*, Pars 15).
- ZAGORODNIUK, I. (2024) Prominent collectors of mammalogical collections in museums of Kyiv. *GEO&BIO*, 26, 183–200. <https://doi.org/10.53452/gb2615>

Дата першого надходження статті до видання: 01.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



СОЗОФІТИ ТА ОСЕЛИЩА УРОЧИЩА КАРАЧУНИ (ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛ.)

Вікторія ТРОТНЕР

Урочище Карачуни розташоване в долині річки Інгулець, в Центрально-Міському районі м. Кривого Рогу Дніпропетровської області.

Займає площу близько 38 га та має протяжність 2,2 км, включаючи в себе заплаву річки Інгулець та два затоплені гранітні кар'єри по обох берегах річки. Згідно сучасного геоботанічного районування урочище знаходиться в межах Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень.

В урочищі представлені різноманітні флористичні комплекси – лісовий, чагарниковий, лучний, болотний, водний, псамофітно-степовий, справжньо-степовий, солончаковий та синатронний. Важливість цієї території полягає ще і в тому, що тут поширені майже зниклі в регіоні різнотравно-типчаково-ковиліві степи з комплексом рідкісних видів рослин і тварин. Метою дослідження було – з'ясувати флористичний склад урочища Карачуни, виявити рідкісні види рослин та основні типи оселищ.

Польові дослідження проводилися у 2016-2024 р.р. Досліджувана територія – геологічна пам'ятка природи Карачунівські граніти, простягається від греблі Карачунівського водосховища до автомобільного мосту за селищем КДЗ. По обидва боки від водостічного каналу від Карачунівського водосховища на р. Інгульці, в вигляді мальовничих скель з порогами і невеликими водоспадами, відслонюються сірі і рожево-сірі плагіограніти та плагіомігматити інгулецького комплексу верхнього архею. Урочище репрезентує Смарагдову мережу Дніпропетровської області – сайт «Долина середнього Інгульця» UA0000310 та «Басейн річки Саксагань» UA0000406. Режим охорони повністю відсутній. Созофіти урочища Карачуни представлені 32 видами: 8 видів Червоної книги України, 31 регіонально рідкісних видів 1 вид новий для флори України. На території урочища було виявлено 18 класів і 70 типів оселищ: 59 природних та 11 типів синатронних біотопів. Значна естетична, природоохоронна та рекреаційна цінності урочища дозволяє оцінити територію як перспективну для створення об'єкту природно-заповідного фонду місцевого значення – ландшафтного заказника місцевого значення «Карачунівські граніти».

Ключові слова: урочище Карачуни, річка Інгулець, Дніпропетровська область, біотопи.

Криворізький професійний гірничо-металургійний ліцей, вул. Бикова, 13, Кривий Ріг, 50036, Україна; e-mail: trotnerv@gmail.com

Тротнер В.: <https://orcid.org/0009-0001-6755-648X>

Sosophytes and habitats of the Karachuny tract (Dnipropetrovsk Region)

Trotnerv V.

The Karachuny tract is located in the valley of the Inhulets River, in the Central City District of the city of Kryvyi Rih, Dnipropetrovsk region. It occupies an area of about 38 hectares and is 2.2 km long, including the floodplain of the Inhulets River and two flooded granite quarries on both banks of the river. According to modern geobotanical zoning, the tract is located within the Buz-Dniprovsk (Kryvyi Rih) district of mixed herbaceous-cereal steppes, bayrach forests and vegetation of granite outcrops. The tract presents various floristic complexes - forest, shrub, meadow, swamp, aquatic, psammophyte-steppe, true-steppe, salt marsh and synatropic. The importance of this territory also lies in the fact that here are widespread almost extinct in the region of mixed grass-sedge-feather steppes with a complex of rare species of plants and animals. The aim of the study was to determine the floristic composition of the Karachuny tract, identify rare plant species and main habitat types. Field studies were conducted in 2016-2024. The studied area is the Karachunivski Granites geological natural monument, extending from the Karachunivski Reservoir dam to the automobile bridge behind the village of KDZ. On both sides of the drainage channel from the Karachuniv Reservoir on the Ingulka River, in the form of picturesque rocks with rapids and small waterfalls, gray and pinkish-gray plagiogranites and plagiomigmatites of the Ingulka Complex of the Upper Archean are exposed. The tract represents the Emerald Network of the Dnipropetrovsk region – site "Valley of the Middle Ingulets" UA0000310 and "Basin of the Saksagan River" UA0000406. There is no protection regime

at all. *Sozophytes of the Karachuny tract are represented by 32 species: 8 species of the Red Book of Ukraine, 31 regionally rare species, and 1 species new to the flora of Ukraine. 18 classes and 70 types of habitats were identified on the territory of the tract: 59 natural and 11 types of synanthropic biotopes. The significant aesthetic, environmental and recreational value of the tract allows us to assess the territory as promising for the creation of a natural reserve fund object of local importance - the landscape reserve of local importance "Karachunivski Granites".*

Key words: *Karachuny tract, Inhulets River, Dnipropetrovsk region, biotopes.*

Kryvyi Rih Professional Mining and Metallurgical Lyceum, 13 Bykova St., Kryvyi Rih 50036, Ukraine; e-mail: trotnerv@gmail.com

Trotner V.: <https://orcid.org/0009-0001-6755-648X>

Вступ

Урочище Карачуни розташоване в долині річки Інгулець, в Центральній-Міському районі м. Кривого Рогу Дніпропетровської області. Займає площу близько 38 га та має протяжність 2,2 км, включаючи в себе заплаву річки Інгулець та два затоплені гранітні кар'єри по обох берегах річки.

Згідно сучасного геоботанічного районування урочище Карачуни знаходиться в межах Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень.

В урочищі представлені різноманітні флористичні комплекси – лісовий, чагарниковий, лучний, болотний, водний, псамофітно-степовий, справжньо-степовий, солончаковий та синатропний. Важливість цієї території полягає (Polianska et al. 2017) ще і в тому, що тут поширені майже зниклі в регіоні різнотравно-типчаково-ковилові степи з комплексом рідкісних видів рослин і тварин. Особливу цінність ця територія відіграє як стабілізуючий елемент в надмірно антропогенно трансформованому регіоні. Велике ценотичне різноманіття має вища водна рослинність. Це обумовлює надзвичайне флористичне багатство цієї місцевості, яке потребує подальшого дослідження.

Флору і рослинність цієї території свого часу частково вивчали В.В. Кучеревський (Kucherevskiy 2004) і В.В. Тарасов (Tarasov 2005). Але, ці дослідження були фрагментарними і не тривалими. Натомість урбанofлора м. Кривого Рогу вивчена досить докладно – на сьогодні в ній нараховується 1084 види рослин, з яких 157 занесено до Червоних книг України (Didukh 2009) та Дніпропетровщини (Baranovskyi 2010) і різних охоронних списків.

Метою нашого дослідження було з'ясувати флористичний склад урочища Карачуни, виявити рідкісні види рослин та основні типи оселищ.

Матеріали та методики

Польові дослідження проводилися маршрутним методом протягом вегетаційних періодів у 2016–2024 р.р. Номенклатуру таксонів подано за базою даних Plants of the World Online (<http://www.plantsoftheworldonline.org/>).

Описи ділянок рослинності за участю рідкісних видів проводили згідно із загальноприйнятими методиками. Типи оселищ визначали за Національним каталогом біотопів України (Kuzemko 2018). Деякі гербарні зразки, зібрані під час цих досліджень, передані до гербаріїв Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (КИ), Дніпровського національного університету ім. О. Гончара (DSU). Частина гербарних зразків зберігається у власному гербарії автора.

Результати та обговорення

Досліджувана територія – геологічна пам'ятка природи Карачунівські граніти, простягається від греблі Карачунівського водосховища до автомобільного мосту за селищем КДЗ. По обидва боки від водостічного каналу від Карачунівського водосховища на р. Інгульці, в вигляді мальовничих скель з порогами і невеликими водоспадами, відслонюються сірі і рожево-сірі плагіограніти та плагіомігматити інгулецького комплексу верхнього архею. Вони являють собою біотитові і амфібол-біотитові плагіограніти і мігматити. Серед плагіогранітів зустрічаються релікти амфіболітів. Гранітоїди перетинають численні жили пегматоїдних гранітів та дайки діабазів. Абсолютний вік діабазів становить 2750 млн. років. Карачунівські граніти являють собою чудове облицювальне каміння, яке розроблялося ще з 1945 р., але тільки на бут і щебінь. Абсолютна висота: 60,0 м. Природоохоронний статус: не має (Maniuk 1998; 2002).

Урочище репрезентує Смарагдову мережу Дніпропетровської області – сайт «Долина середнього Інгульця» (Middle Inhulets river valley) UA0000310 та «Басейн річки Саксагань» (Saksahan river basin) UA0000406 (EMERALD-STANDARD DATA FORM 2019); Emerald Network Ukraine, 2020. Режим охорони повністю відсутній.

Розробники стандартної форми даних сайту UA0000310 (EMERALD - STANDARD DATA FORM, 2018-08) (Vasyliuk 2020) наводять для нього типи оселищ, згідно з Резолюцією №4: C1.222, C1.32, C1.33, C2.27, C2.28, C2.33, C2.34, E1.11, E1.2, F3.247, F9.1, G1.11, H3.1, X18. Важливість

збереження території: Середня течія долини р. Інгулець характеризується наявністю значних площ, зайнятих природною рослинністю, в першу чергу – степовою, що є важливим з огляду на великий відсоток розораності степів регіону, а також значну ізольованість та фрагментованість ділянок з нетрансформованою і слабо трансформованою природною рослинністю. Тут виявлено 16 видів рослин, занесених до Червоної книги України, а також низку регіонально-рідкісних видів.

Під час власних польових досліджень в межах урочища Карачуни ми виявили значну кількість созофітів – 32 види рослин.

Зокрема, ми виявили і описали (Trotner 2019; 2020) такі рослини Червоної книги України (Didukh 2009) (8 видів): голонасінник (оставник) одеський *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht., горицвіт весняний *Adonis vernalis* L., сон лучний *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. s.l. (одна особина), ковила волосиста *Stipa capillata* L., ковила Лессінга *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., ряска Буше *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch. (чисельна популяція), тюльпан бузький *Tulipa hypanica* Klokov et Zoz, шафран сітчастий *Crocus reticulatus* Steven ex Adams.

Також нами зафіксовані і описані (Trotner 2019, 2020) рослини Червоної книги Дніпропетровської області (Baranovskyi 2010) (22 види): астрагал білий *Astragalus pallescens* M. Bieb., белевалія гарна (сарматська) *Bellevallia speciosa* Woronow ex Grossh., берізка лінійнолиста *Convolvulus lineatus* L., волошка східна *Centaurea orientalis* L., гадюча цибулька занедбана *Muscari neglectum* Guss. Ex Ten. (площею близько 40 м²), гіацинтик білий *Hyacinthella leucophaea* (K. Koch) Schur, ефедра двоколоса *Ephedra distachya* L., калина цілолиста *Viburnum lantana* L., кизильник чорноплідний *Cotoneaster melanocarpus* G. Loddiges, козлятник лікарський *Galega officinalis* L., маршанція мінлива *Marchantia polymorpha* L., мигдаль степовий *Prunus tenella* Batsch, оман високий *Inula helenium* L., півники карликові *Iris pumila* L., проліска дволиста *Scilla bifolia* L., родовик лікарський *Sanguisorba officinalis* L., ряска Коха *Ornithogalum kochii* Parl., хвощ річковий *Equisetum fluviatile* L., цибуля жовтіюча *Allium flavescens* Besser, цибуля подільська *Allium podolicum* (Asch. et Graebn.) Blocki ex Racib, шавлія австрійська *Salvia austriaca* Jacq., юрінея вапнякова *Jurinea calcarea* Klokov.

Також нами в 2016 році тут виявлений і описаний 1 новий для природної флори України вид – міскантус цукроквітковий *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Benth. (Trotner 2016).

В межах урочища зростає єдина в цьому регіоні популяція рослини, яку ми пропонуємо внести до списку регіонально рідкісних видів рослин – дрік фарбувальний *Genista tinctoria* L.

В березні 2017 році нами вперше виявлено новий і єдиний локалітет *Gymnospermium odessanum* в долині р. Інгулець в межах Дніпропетровської області (Trotner 2017).

Під час польових досліджень території урочища Карачуни нами виявлено 18 класів і 70 типів оселищ: 59 природних та 11 типів синантропних біотопів.

Типи біотопів урочища Карачуни:

V1 Постійні водойми

V1.1.1 Оліготрофні водойми з макрофітною рослинністю (затоплений гранітний кар'єр)

V1.1.2 Мезотрофні та евтрофні водойми з макрофітною рослинністю

V1.2 Постійні солоні та солонуваті непроточні водойми з макрофітною рослинністю

V2 Тимчасові водойми

V2.1.1 Алювіальні ділянки та днища пересохлих водойм з однорічною земноводною рослинністю

V2.1.2 Алювіальні ділянки та днища пересохлих водойм з багаторічною земноводною рослинністю

V2.1.3 Мілкі стоячі та тимчасові водойми з макрофітною рослинністю

V2.2.1 Тимчасові засолені водойми

V3 Водотоки

V3.2 Мезотрофні та евтрофні водотоки

V3.2.1 Мезотрофні та евтрофні водотоки зі швидкою течією (річка Інгулець)

V3.2.2 Мезотрофні та евтрофні водотоки з повільною течією

V4 Прибережні біотопи

V4.1.2 Прибережні злаково-різнотравні зарості вздовж водотоків

V4.1.3 Прибережна мезотрофна рослинність на мулистих субстратах

V4.1.4 Прибережні угруповання невисоких гелофітів на мулистих субстратах

V4.1.5 Угруповання нітрофільної однорічної рослинності на мулистих берегах річок та обмілинах

V4.1.6 Високотравні крайкові нітрофільні біотопи низинних річок

V4.2 Прибережні біотопи гірських водотоків

V4.2.2 Слабо зарослі трав'яною рослинністю гравійні береги гірських потоків

V4.2.3 Високотравні прируслові біотопи гірських потоків

В4.3 Прибережні біотопи солоних та солонуватих водойм та водотоків

Б1 Болота, що формуються по берегах джерел та струмків

Б1.1 Приструмкові трав'яні болота на невапнякових субстратах

Б1.1.1 Холодні оліготрофні джерела високогір'я (в кар'єрі)

Б1.1.2 М'яководні лісові джерела та струмки(каналізаційний струмок з селища)

Б2 Евтрофні болота

Б2.2.2 Болотні та підтоплені ділянки з угрупованнями високих кореневищних осок (вся заплава річки до Лисячої гори)

Б2.2.3 Болотні та підтоплені ділянки з угрупованнями високих купинних осок

Б3. Мезотрофні болота

Т1 Сухі трав'яні біотопи

Т1.1.2 Псамофітні трав'яні біотопи на нейтральних субстратах

Т1.2 Петрофітні степи

Т1.2.1 Петрофітні степи на силікатних субстратах (на гранітах)

Т1.2.2 Петрофітні степи на карбонатних субстратах рівнинних регіонів

Т1.3 Лучні степи

Т1.3.2 Лучні степи на чорноземах

Т1.4 Справжні різнотравно-типчаково-ковилі та типчаково-ковилі степи

Т1.6. Середземноморські ксеротичні біотопи з переважанням однорічників

Т2 Мезофітні трав'яні біотопи

Т2.1 Ксеромезофітні алювіальні луки

Т3. Вологі трав'яні біотопи

Т3.1 Вологі луки сінокісного використання

Т3.2 Вологі луки пасовищного використання

Т3.3.1 Мокрі луки з домінуванням злакоподібних трав

Т5 Трав'яні узлісся та галявини

Т5.1 Термоксерофільні узлісся та галявини

Т5.2 Мезофільні узлісся та галявини

Т5.2.1 Мезофільні узлісся та галявини на нейтральних і слабколужних ґрунтах

Т6 Галофітні трав'яні біотопи

Т6.1 Засолені степи

Т6.3.2 Вологі еугалофітні трав'яні біотопи на помірно засолених субстратах

Т6.3.3 Вологі субгалофітні трав'яні біотопи

Ч. Чагарникові та чагарничкові біотопи

Ч4 Листопадні чагарники

Ч4.1 Мезофільні і ксеромезофільні чагарники (терники)

Ч4.2 Степові чагарники (карагана м'яка)

Ч4.3 Нітрофільні остепнені біотопи високих чагарників

Ч6 Зарості ожини

Ч7 Заплавні і заболочені чагарники

Ч7.2 Чагарникові зарості гравійних берегів

Ч7.3 Заболочені чагарники

Ч7.4 Зарості аморфи кущової

Ч8 Псамофітні чагарникові угруповання

Д. Лісові біотопи

Д1.3 Широколистяні ліси на кам'янистих ґрунтах

Д1.4.2 Континентальні світлі дубові ліси

Д1.6 Евтрофні заплавні, сирі й вологі позазаплавні широколистяні ліси

Д1.6.1 Заплавні вербові і тополеві ліси

Д1.8 Антропогенні широколистяні ліси

К. Кам'янисті відслонення та інші біотопи зі слабкорозвиненим рослинним покривом

К1.3 Силікатні скелі та осипища Українського кристалічного щита (граніти)

К3.4 Лесові відслонення(«вскриша»)

С1 Рудеральні біотопи

С1.1.1 Біотопи однорічних ксерофітних злаків на узбіччях та покинутих землях

С1.1.2 Біотопи рудеральних малорічників на бідних ґрунтах

С1.2 Рудеральні біотопи багаторічників

С1.2.1 Рудеральні біотопи багаторічних трав на бідних ґрунтах

С1.2.2 Рудеральні біотопи багаторічних трав нітрофільного типу(на смітниках)

С1.2.3 Біотопи багаторічних трав термофільного типу

С1.2.4 Витоптувані місця

С2 Культивовані біотопи

С3.2 Ділянки зі штучним твердим покриттям(дороги)

С3.3 Комплекси біотопів забудованих територій(вулиці селищ КДЗ і Карачуни)

С3.5 Антропогенні відслонення та відвали без рослинності (відвали двох кар'єрів)

С3.6 Звалища сміття та твердих відходів (смітники)

Найбільшою кількістю представлені водні та прибережно-водні біотопи – 19 типів. Заболочені оселища представлені 6 типами. Біотопи м'яководних та жорстководних джерел і струмків потребують додаткового уточнення для типіфікації. Сухі трав'яні біотопи представлені 8 типами, а саме: псамофітними трав'яними біотопами на нейтральних субстратах, петрофітними степами на силікатних субстратах (на

гранітах), петрофітними степами на карбонатних субстратах рівнинних регіонів, лучними степами, а також незначними ділянками справжніх різнотравно-типчаково-ковилових та типчаково-ковилових степів. Мезофітні трав'яні біотопи представлені ксеромезофітними алювіальними луками. Зафіксовано 3 типи вологих трав'яних біотопів. Трав'яні узлісся та галявини представлені 3 типами оселищ. Також виявлені 3 типи галофітних трав'яних біотопів. Значним різноманіттям представлені чагарникові біотопи – 10 типів, в тому числі зарості ожини і аморфи кущової. Лісові біотопи представлені 5 типами, в тому числі антропогенними широколистяними лісонасадженнями. Біотопи кам'янистих відслонень представлені силікатними скелями та осипищами Українського кристалічного щита (рослинність гранітних відслонень) та лесовими відслоненнями («вскриша»-розкривні породи). Значна кількість різноманітних рудеральних оселищ – 7 типів. Культивовані біотопи представлені 4 типами.

Серед цих типів рідкісними є оселища із резолюції 4 Бернської конвенції – E1.2 (Резолюція № 4, 1996).

Висновки

Таким чином, в межах урочища ми зафіксували 31 рідкісний вид рослин різних соцологічних статусів, і 1 новий для флори України та Правобережного Степового Придніпров'я вид. На території урочища Карачуни було виявлено 18 класів і 70 типів оселищ: 59 природних та 11 типів синантропних біотопів. Тут відмічено ряд рідкісних видів та оселищ, індексованих в Резолюції 4 Бернської конвенції.

Отже, урочище Карачуни являє собою територію, яка характеризується унікальним біорізноманіттям та має важливе природоохоронне значення. За межами природно-заповідних територій ці види созофітів зазнають негативного антропогенного впливу, що призводить до зменшення їхньої чисельності. Тому необхідно виявити і взяти під охорону всі місцезнаходження цих рослин, контролювати стан їх популяцій, а також створити для їхнього ефективного збереження нові природно-заповідні об'єкти. Значна естетична, природоохоронна та рекреаційна цінності урочища дозволяє оцінити територію як перспективну для створення об'єкту природно-заповідного фонду місцевого значення – ландшафтного заказника «Карачунівські граніти».

DIDUKH YA.P. (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit* [Red Book of Ukraine. Flora]. Hlobalkonsaltnh, Kyiv. (in Ukrainian)

POLIANSKA, K.V., BORYSENKO, K.A., PAVLACHYK, P., VASYLIUK, O.V., MARUSHCHAK, O. Yu., SHYRIAIEVA, D.V., KUZEMKO, A.A., OSKYRKO, O., S. (2017) *Zaluchennia hromadskosti ta naukovtsiv do proektuvannia merezhi Emerald (Smarahdovoi merezhi) v Ukraini* [Involving the public and scientists in the design of the Emerald network in Ukraine]. Kyiv. (in Ukrainian)

KUCHERESKYI, V.V. (2004) *Konspekt flory Pravoberezhnoho stepovoho Prydniprovia*. [Compendium of the flora of the Right-bank steppe Dnieper region]. Dnipropetrovsk. (in Ukrainian)

MANIUK, V. (1998) *Heolohichni pamiatky pryrody Dnipropetrovshchyny*. [Geological natural monuments of Dnipropetrovsk region] Borysten. 2, 2-4. (in Ukrainian)

MANIUK, V.V. (2002) *Heolohichni pamiatky Dnipropetrovshchyny u pryrodnomu seredovyschi ta zhytti liudyny*. [Geological monuments of Dnipropetrovsk region in the natural environment and human life] In: Sicheslavshchyna: Kraieznachnyi almanakh. 4. Skarby Prydniprovskoho stepu. Dnipropetrovsk, pp. 5-31. (in Ukrainian)

KUZEMKO, A.A., DIDUKH, Ya.P., ONYSHCHENKO,

V.A., SHEFFERA, Ya.V. (2018) *Natsionalnyi katalog biotopiv Ukrainy*. [National catalogue of biotopes of Ukraine] FOP Klymenko Yu.Ia., Kyiv. (in Ukrainian)

TARASOV, V. V. (2005) *Flora Dnipropetrovskoi i Zaporizkoi oblastei. Sudynni roslyny. Biologichna kharakterystyka vydiv* [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhia regions. Vascular plants. Biological and ecological characteristics of species]. Dnipropetrovsk. (in Ukrainian)

VASYLIUK, O.V., KUZEMKO, A.A., KOLOMIICHUK, V.P., KUTSOKON, Yu.K. (2020) *Terytorii, shcho proponuiutsia do vkluchennia u merezhu Emerald (Smarahdovu merezhu) Ukrainy («tinovyi spysok», chastyna 3)* [Territories proposed for inclusion in the Emerald Network of Ukraine ("shadow list", part 3)]. Druk Art, Chernivtsi. (in Ukrainian)

TROTNER, (PRYIMACHUK) V.V. (2016) *Znakhidky ridkisnykh vydiv roslyn na Kryvorizhzhii*. [Findings of rare plant species in Kryvyi Rih] *Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel: nauk. zhurnal redkol. LIRA*, Dnipropetrovsk, pp. 60-67. (in Ukrainian)

TROTNER, (PRYIMACHUK) V.V. (2017) *Nova znakhidka Gymnospermium odessanum (DC.) Takht. (Berberidaceae) u flori Dnipropetrovshchyny* [New discovery of Gymnospermium odessanum (DC.) Takht. (Berberidaceae) in the flora of Dnipropetrovsk region].

- Proceedings of XIV congress of Ukrainian botanical society*. Kyiv, Ukraine, 25-26, April, 2017, pp. 27. (in Ukrainian)
- TROTNER, V.V. (2019) Znakhidky deiakyykh rehionalno ridkisnykh vydiv roslyn v Dnipropetrovskii oblasti [Findings of some regionally rare plant species in the Dnipropetrovsk region]. *Proceedings of the Scientific-Technical conference "Bioriznomanittia stepovoi zony Ukrainy: vyvchennia, zberezhennia, vidtvorennia (z nahody 10-richchia stvorennia natsionalnoho pryrodnoho parku «Meotyda»)*. Urzuf, Ukraine, 16-18, October, 2019. Seriiia: «Conservation Biology in Ukraine». 13, Drukarskyi dvir, Sloviansk, pp. 247-252. (in Ukrainian)
- TROTNER, (PRYMACHUK) V.V. (2019) Znakhidky ridkisnykh vydiv roslyn v stepovykh oblastiakh Ukrainy [Findings of rare plant species in the steppe regions of Ukraine]. In: *Znakhidky roslyn i hrybiv Chervonoï knyhy ta Bernskoi konventsii (Rezoliutsiia 6). 1* Seriiia: «Conservation Biology in Ukraine». Kuzemko A.A. (Ed.). Druk Art, Kyiv-Chernivtsi, pp. 358-371. (in Ukrainian)
- TROTNER, V.V. (2020) Znakhidky chervonoknyzhnykh vydiv roslyn ta hrybiv v stepovykh oblastiakh Ukrainy v 2019-2020 rr. [Findings of Red Book species of plants and mushrooms in the steppe regions of Ukraine in 2019-2020]. *Znakhidky vydiv roslyn, tvaryn ta hrybiv, shcho znakhodiatsia pid okhoronoïu, v Ukraini*. Seriiia: «Conservation Biology in Ukraine». 19. Kyiv, pp. 544-574. (in Ukrainian)
- BARANOVSKYI, B.O., TARASOV, V.V. (2010) *Chervona knyha Dnipropetrovskoi oblasti. Roslynnyi svit*. [Red Book of Dnipropetrovsk region. Flora] Dnipropetrovsk. (in Ukrainian)
- EMERALD NETWORK OF UKRAINE. Emerald – Natura 2000 in Ukraine. Available at: <https://cartolab.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=1cbd73653a3a405b9702625c839b93f4> (accessed 09.03.2026).
- EMERALD - STANDARD DATA FORM. SITE UA0000310. SITENAME Middle Inhulets river valley. Available at: <https://drive.google.com/file/d/1qdI33iZoGcjik0mV-u7LwY0TygJhbEFV/view>(accessed 09.03.2026).
- PLANTS OF THE WORLD (2026) POW. Available at: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:140808-1> (accessed 09.03.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 23.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



СВІТЛОПОГЛИНАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ КВІТОК ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНА ОЗНАКА ІНВАЗІЙНОСТІ *CAPSELLA BURSA-PASTORIS* (L.) MEDIK.

Володимир ФЕДЕНКО

Серед функціональних ознак, які обумовлюють інтенсивне поширення інвазійних рослин, відзначають значну насіннєву продуктивність. Така властивість чужорідних видів забезпечує проростання насіння упродовж тривалого періоду. Для репродуктивної ефективності важливою є фаза цвітіння. Успішність цієї стадії на ранніх етапах розвитку обумовлено толерантністю рослин до екстремальних чинників середовища. Пристосування до несприятливих умов відбувається за участю спеціалізованих метаболітів, які локалізовані у поверхневих рослинних тканинах. Така особливість локалізації цих сполук обумовлює світлопоглинальні властивості рослин. Вперше із використанням спектральних характеристик встановлено світлопоглинальну здатність квіток грициків звичайних *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. як одного із найпоширеніших інвазійних видів. Характерною особливістю відбивальних характеристик квіток є підвищення інтенсивності максимуму УФ-поглинальних флавоноїдів порівняно із каротиноїдами та хлорофілами. Колориметричний стимул квіток визначено за допомогою колориметричних вимірів. Ідентифікація флавоноїдів проведена шляхом сорбційної взаємодії рослинного екстракту та оксиду алюмінію із встановленням відбивальних і колориметричних характеристик іммобілізованого препарату. Підвищене накопичення УФ-поглинальних флавоноїдів у квітках збільшує фотопротекторну здатність, що слід розглядати як підсилення адаптивної спроможності репродуктивних органів інвазійного виду. Отримані результати мають перспективу застосування для діагностики інвазійних рослин на стадії цвітіння. Інший напрям можливого використання методичних підходів – подальша розробка неруйнівних інструментальних способів ідентифікації офіційної лікарської сировини грициків звичайних.

Ключові слова: грицики звичайні, флавоноїди, фотопротекція, відбивальні та колориметричні параметри, хелатувальна здатність.

Науково-дослідний інститут біології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, просп. Науки, 72, Дніпро, 49045, Україна; e-mail: opticlab.fedenko@gmail.com

Феденко В.: <https://orcid.org/0000-0002-4696-6981>

Light absorption capacity of flowers as a functional trait of invasiveness of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. Fedenko V.

Among the functional features that determine the intensive spread of invasive plants, significant seed productivity is noted. This property of alien species ensures seed germination over a long period. The flowering phase is important for reproductive efficiency. The success of this stage in the early stages of development is due to the tolerance of plants to extreme environmental factors. Adaptation to adverse conditions occurs with the participation of specialized metabolites that are localized in surface plant tissues. This peculiarity of the localization of these compounds determines the light-absorbing properties of plants. For the first time, the light absorption capacity of flowers of common bursa-pastoris *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., one of the most common invasive species, has been established using spectral characteristics. A characteristic feature of the reflective characteristics of flowers is the increase in the intensity of the maximum of UV-absorbing flavonoids compared to carotenoids and chlorophylls. The colorimetric stimulus of flowers was determined using colorimetric measurements. Identification of flavonoids was carried out by sorption interaction of plant extract and aluminum oxide with the establishment of reflectance and colorimetric characteristics of the immobilized preparation. Increased accumulation of UV-absorbing flavonoids in flowers increases photoprotective ability, which should be considered as an enhancement of the adaptive capacity of the reproductive organs of the invasive species. The results obtained have the potential to be used for the diagnosis of invasive plants at the flowering stage. Another direction of possible use of methodological approaches is the further development of non-destructive instrumental methods for identifying the official medicinal raw materials of shepherd's purse.

Key words: shepherd's purse, flavonoids, photoprotection, reflectance and colorimetric parameters, chelating ability.

Research Institute of Biology, Oles Honchar Dnipro National University, Nauky Ave., 72, Dnipro, 49045, Ukraine; e-mail: opticlab.fedenko@gmail.com

Fedenko V.: <https://orcid.org/0000-0002-4696-6981>

Вступ

Серед інвазійних рослин привертають увагу грицики звичайні *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. як один із найпоширеніших видів у різних регіонах світу (Defelice 2001; Ahmed et al. 2021). В Україні грицики звичайні як високоактивний інвазійний вид відзначають у всіх ботаніко-географічних регіонах (Protopopova, Shevera 2019). Цей вид також домінує у піонерній та рудеральній рослинності в країні (Dubyna et al. 2022). Окрім загрози для біорізноманіття, шкодочинність цього однорічного озимого бур'яну також проявляється у сприянні розмноженню комах, грибкових, вірусних та бактеріальних шкідників, які можуть пошкодити сільськогосподарські культури (Ahmed et al. 2021).

Серед функціональних ознак, які обумовлюють інтенсивне поширення інвазійних рослин, відзначають значну насінневу продуктивність, що забезпечує проростання насіння упродовж тривалого періоду (Gioria et al. 2023). Слід зазначити, що одна рослина *C. bursa-pastoris* може продукувати до 40 000 насінин, які зберігають у ґрунті здатність до проростання принаймні 35 років (Defelice 2001). Для репродуктивної ефективності важливою є фаза цвітіння. *C. bursa-pastoris* має дрібні, білі квітки із чотирма пелюстками, які зібрані у верхівкову китицю (Ahmed et al. 2021). Як правило, рослина цвіте у квітні — липні. Однак, термін цвітіння *C. bursa-pastoris* може бути дуже мінливим залежно від тривалості дня та зимової температури (Huang et al. 2012). Існують екотипи з різним терміном цвітіння залежно від екологічних умов регіонів (Ahmed et al. 2021). Короткий час цвітіння у поєднанні з більшим розподілом ресурсів на розмноження обумовлюють високу насінневу продуктивність (Ahmed et al. 2021). Такий швидкий репродуктивний цикл дозволяє *C. bursa-pastoris*, які проростають ранньою весною, продукувати до трьох поколінь рослин лише за один рік (Hintz et al. 2006). Самозапилення переважає для квіток цього виду, також можлива участь комах-запилювачів (Hintz et al. 2006). Літнє цвітіння цього інвазійного виду становить потенційну загрозу для аборигенної флори та стабільності мережі запилення (Moskalyk et al. 2025).

Цвітіння на ранніх етапах вегетації обумовлено толерантністю рослин до екстремальних чинників середовища. Для *C. bursa-pastoris* характерна стійкість до холодового стресу (Wani et al. 2018). За відношенням до світла грицики звичайні відносять до геліофітів, які пристосовані до повного сонячного освітлення (Ahmed et al.

2021). У таких умовах однією із життєвих стратегій рослин є фотозахист від ушкоджливої дії УФ випромінювання на важливі біологічні структури (Bartelheimer, Poschlod 2016). Ефект УФ-фільтра створюють спеціалізовані метаболіти (наприклад, флавоноїди), які локалізовані у поверхневих рослинних тканинах (Ferreira et al. 2021). Окрім того, світлопоглинальні властивості флавоноїдів забезпечують атрактивну функцію для підвищення ефективності взаємодії із запилювачами (Narbona et al. 2025). Всупереч того факту, що *C. bursa-pastoris* розглядають як модельну систему для вивчення еволюції розвитку квітки (Hintz et al. 2006), світлопоглинальні властивості як ключовий фактор взаємодії рослинних тканин із сонячним випромінюванням дотепер не досліджені. Для підтвердження фотопротекторної ролі флавоноїдів під час цвітіння, доцільно використовувати твердофазну спектрофотометрію, досліджуючи залежність інтенсивності світлового потоку від довжини хвилі випромінювання, що відбивається від поверхневих тканин квіток (Fedenko 2024).

Інші властивості фенольних сполук обумовлюють різні напрями використання ресурсного потенціалу грициків звичайних. Так, антиоксидантна та хелатувальна здатність цих вторинних метаболітів (Metal toxicity ... 2020) обумовлюють можливість застосування цього виду для фіторе mediaції територій, забруднених сполуками металів (Liu et al. 2015), а також для отримання Ag-вмісних наночастинок для біомедичного застосування (Salayová et al. 2021). Однак, хелатувальні властивості флавоноїдів грициків звичайних не з'ясовані. Траву *C. bursa-pastoris* використовують як офіційальну лікарську рослинну сировину (*Bursae pastoris herba*), яку збирають під час цвітіння і на початок плодоношення (Kuznietsova et al. 2016). Комплекс флавоноїдів та інших біологічно активних сполук препаратів трави грициків звичайних обумовлює антиоксидантну, гемостатичну, антимікробну, антидіабетичну, антиканцерогенну та антифунгіцидну дію, стимулює перистальтику кішківника, підвищує тонус міометрія (Kuznietsova et al. 2016; Łukaszyk et al. 2024). *C. bursa-pastoris* — медоносна та олійна рослина, а також може використовуватися як функціональний харчовий продукт та при виробництві косметичних засобів (Łukaszyk et al. 2024). Для обґрунтування біологічної активності екстрактів проведено визначення вмісту фенольних сполук і флавоноїдів у надземній частині рослин (Kuznietsova et al. 2016; Onea et al. 2025) У квітках серед флавоноїдів ідентифіковано рутин і гіперозид (Onea et al. 2025). З огляду пер-

спективності інструментальних методів для удосконалення тотожності лікарської рослинної сировини, представляло інтерес з'ясувати доцільність застосування твердофазної спектрофотометрії для ідентифікації трави грициків звичайних.

Мета роботи – встановити спектральні параметри квіток грициків звичайних для підтвердження фотозахисного ефекту флавоноїдів та ідентифікації сировини.

Матеріал та методики

Об'єкт дослідження – грицики звичайні *C. bursa-pastoris*. Оскільки грицики належать до групи геліофітів, відбір квіток на стадії цвітіння здійснювали у травні 2025 р. на луці біля р. Мокра Сура (Новоолександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область).

Процедуру екстракції квіток ізопропиловим спиртом та сорбційну взаємодію екстракту з Al_2O_3 проводили за рекомендаціями роботи (Fedenko 2022). Процес сорбції контролювали, вимірюючи інтенсивність максимуму поглинання екстракту при 350 нм до і після обробки оксидом алюмінію на спектрофотометрі DU-7HS. Значення довжини хвилі для спектрофотометричного контролю відповідало літературним даним щодо положення максимумів поглинання глікозидів кверцетину, ідентифікованих у квітках *C. bursa-pastoris* (Onea et al. 2025). Для обчислення ступеня вилучення флавоноїдів з екстракту (X, %) використовували рівняння (1):

$$X = (A_0 - A_1) \cdot 100 / A_0 \quad (1),$$

де A_0 – оптична густина вихідного екстракту;

A_1 – оптична густина екстракту після обробки Al_2O_3 .

Для підготовки зразків квіток та іммобілізованого препарату (адсорбату) для вимірювання відбивальних і колориметричних параметрів використовували стандартний тримач твердих зразків за умови повного покриття поверхні (діаметр 2 см).

Спектри відбиття отримували в діапазоні 350–800 нм на спектрофотометрі Specord M40 (Німеччина), додатково обладнаному приставкою з фотометричною кулею і касетою «Data Handling I» для математичної обробки результатів вимірювання зі згладжуванням спектральних кривих та виключенням випадкових шумових піків (Fedenko 2022). Корекцію 100%-ої лінії проводили за стандартом MgO, оптичної нульової точки – за стандартом чорного порожнистого тіла. Інтенсивність спектрів наводили в одиницях абсорбції. Для колориметричних вимірювань використовували спектрофотометр Specord M 40 з іншою касетою

для математичної обробки «Color Measurement». Координати кольору (X, Y, Z) та координати кольоровості (x, y) визначали в системі CIE XYZ. Домінуючу довжину хвилі λ_d та умовну чистоту кольорового тону P_e встановлювали графічним способом за координатами зразків у кольоровому просторі (Fedenko, 2022). У колориметричній системі CIE $L^*a^*b^*$ визначали інтегральний коефіцієнт яскравості L^* та колориметричні коефіцієнти a^* (співвідношення зеленого та червоного складників кольору) і b^* (співвідношення синього та жовтого складників кольору).

При проведенні досліджень вибірка складала 10 – 15 рослин, а в кожному варіанті дослідження було не менше 3-х повторень. Значущість відмінностей оцінювали за t-критерієм Ст'юдента при $p \leq 0,05$, використовуючи пакет статистичного аналізу Statistica, версія 10.0.

Результати та обговорення

У спектрах відбиття квіток спостерігались декілька максимумів сполук різної природи (Рис. 1). Інтенсивні максимуми за 360 (λ_{1k}) і 380 (λ_{2k}) нм віднесено до флавоноїдів, серед яких за даними (Onea et al. 2025) у квітках *C. bursa-pastoris* встановлено глікозиди кверцетину. Інші максимуми обумовлено такими пігментами: каротиноїди та смуга Соре хлорофілів – 485 нм (λ_{3k}), продукти катаболізму хлорофілів – 580 (λ_{4k}) і 620 нм (λ_{5k}), Q-смуга хлорофілів – 677 нм (λ_{6k}) (Karg et al. 2023).

Для порівняльної характеристики смуг розраховували співвідношення оптичної густини максимуму A_{1k} (1,08) та оптичної густини інших максимумів A_{2k} (1,05), A_{3k} (0,55), A_{4k} (0,41), A_{5k} (0,42), A_{6k} (0,53). Згідно із результатами розрахунку тільки максимум λ_{2k} мав порівняну інтенсивність відносно максимуму λ_{1k} , тоді як для інших максимумів цей показник був нижчим на 49 – 62 % ($A_{2k}/A_{1k} - 0,97$; $A_{3k}/A_{1k} - 0,51$; $A_{4k}/A_{1k} - 0,38$; $A_{5k}/A_{1k} - 0,39$; $A_{6k}/A_{1k} - 0,49$). Наявність у спектрах максимумів λ_{1k} і λ_{2k} із підвищеною інтенсивністю підтвердила фотозахисний ефект флавоноїдів, які ідентифіковані у квітках *C. bursa-pastoris* (Onea et al. 2025). Функціонування цих спеціалізованих метаболітів як фільтрів для поглинання фотонів УФ-радіації (Ferreira et al. 2021) пов'язано з основним фактором ступеня фотопротекції – наявністю у спектрах цих сполук двох смуг із високою поглинальною здатністю в УФ-А (315–400 нм) та УФ-В (280–315 нм) діапазонах (Taniguchi et al. 2023). Раніше подібна особливість відбивальних характеристик із найінтенсивнішими максимумами УФ-поглинальних флавоноїдів встановлена

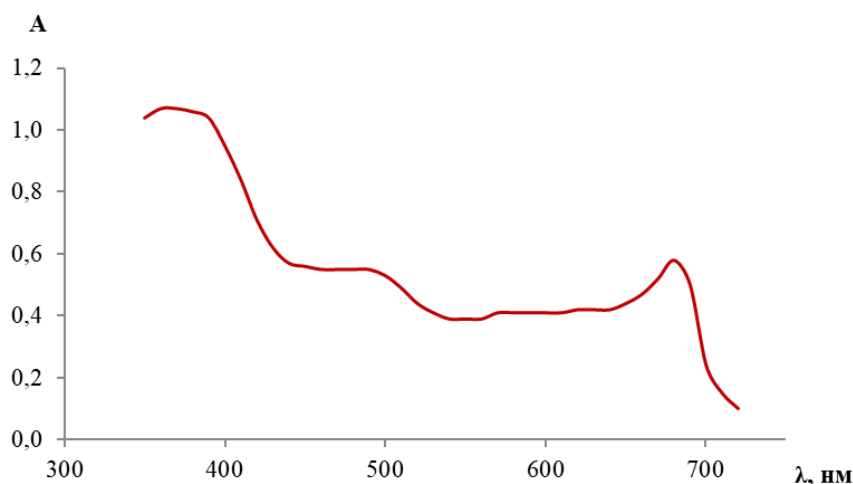


Рис. 1. Спектр відбиття квіток *C. bursa-pastoris*
Fig. 1. Reflectance spectrum of *C. bursa-pastoris* flowers

для квіток інших інвазійних рослин (*Solidago canadensis* L. – 362 і 395 нм; *Erigeron annuus* (L.) Pers. – 359 нм) (Fedenko 2022; 2024).

Для характеристики забарвлених тканин квіток розраховані колориметричні параметри у системах CIE XYZ та CIE $L^*a^*b^*$ (Табл. 1).

Таблиця 1. Колориметричні характеристики квіток *C. bursa-pastoris* і адсорбату з екстракту квіток на оксиді алюмінію

Table 1. Colorimetric characteristics of *C. bursa-pastoris* flowers and flower extract adsorbate on aluminum oxide

Колориметричний параметр	Квітки	Адсорбат із екстракту квіток на Al_2O_3
λ_d , нм	575,9	577,7
P_e , %	21,70	33,65
L^*	70,01	100,95
a^*	-13,46	-16,34
b^*	-39,24	-35,73

Наявність у спектрі відбиття квіток максимумів за 380 і 485 нм обумовила стимул із домінувальною довжиною хвилі у діапазоні жовтого кольору (Табл. 1). У результаті суперпозиції декількох стимулів різних біохромів (флавоноїди, каротиноїди, хлорофіли) згідно з фізичною закономірністю складання кольорів визначено значення умовної чистоти кольорового тону (Ohta, Robertson 2006). Координати квіток у кольоровому просторі рівноконтрастної колориметричної системи визначаються значеннями коефіцієнтів a^* і b^* (Ohta, Robertson 2006).

Ідентифікація флавоноїдів проведена згідно із запропонованим нами методичним підходом, який включає сорбційну взаємодію рослинного

екстракту та оксиду алюмінію із встановленням відбивальних і колориметричних характеристик іммобілізованого препарату (адсорбату) (Fedenko 2022). Для флавоноїдів, які ідентифіковані у квітках *C. bursa-pastoris* (Onea et al. 2025), хелатувальна властивість обумовлена структурними фрагментами, здатними утворювати металокомплекси. При додаванні оксиду алюмінію до екстракту виділено препарат жовтого кольору. При цьому інтенсивність максимуму поглинання флавоноїдів в екстракті зменшилась у 15,5 раза ($A_0 = 1,24$, $A_1 = 0,08$; кювета – 0,2 см; розведення – 1 : 7). Ступінь вилучення флавоноїдів за даними спектрофотометричного контролю склала 93,3 %. Присутність у спектрі відбиття адсорбату максимумів за 370 (λ_{1a}) і 400 (λ_{2a}) нм (рис. 2) підтвердило наявність адсорбованих флавоноїдів. При цьому адсорбція каротиноїдів і хлорофілів з екстракту не відбувалась. Цей факт підтверджено відсутністю на спектральній кривій адсорбату (рис. 2) відповідних максимумів (λ_{3k} , λ_{4k} , λ_{5k} , λ_{6k}), які спостерігались для квіток (рис. 1). У спектрі адсорбату (Рис. 2) зафіксовано батохромне зміщення максимумів λ_{1a} (5 нм) і λ_{2a} (15 нм) порівняно із відповідними максимумами λ_{1k} і λ_{2k} для квіток (Рис. 1). Цей факт підтвердив хемосорбцію флавоноїдів на поверхні сорбенту із утворенням металокомплексів (Fedenko 2022). Адсорбовані флавоноїди також відрізнялись підвищеним значенням співвідношення інтенсивності максимумів ($A_{2a}/A_{1a} = 1,2$) порівняно із аналогічним показником для квіток.

Для ідентифікації препарату адсорбованих флавоноїдів також розраховані колориметричні характеристики (Табл. 1). Підвищення λ_d адсорбату на 1,8 нм та P_e – на 11,95 % у діапазоні жов-

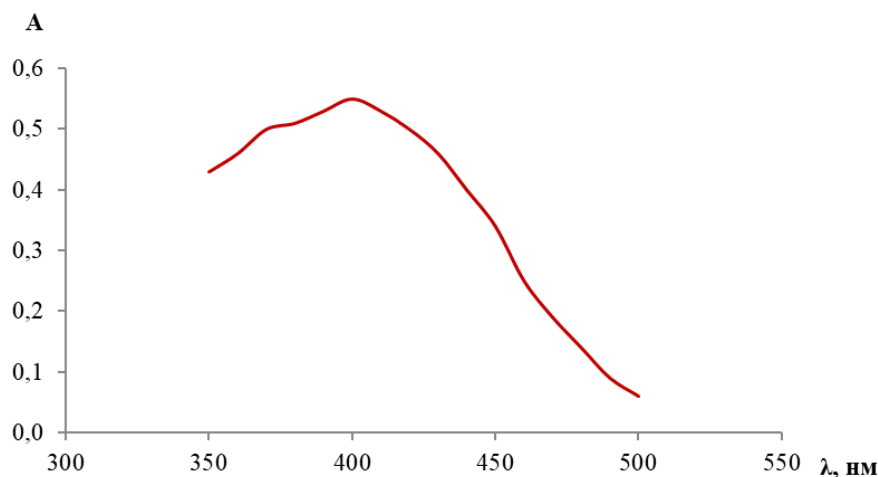


Рис. 2. Спектр відбиття адсорбату з екстракту квіток *C. bursa-pastoris* на оксиді алюмінію

Fig. 2. Reflectance spectrum of adsorbate from *C. bursa-pastoris* flower extract on aluminum oxide

того кольору слід пояснити відсутністю каротиноїдів і хлорофілів у складі адсорбованих пігментів. У рівноконтрастній системі для іммобілізованого препарату встановлено від'ємні значення колориметричних коефіцієнтів a^* і b^* (Табл. 1).

Отже, підвищена світлопоглинальна здатність квіток *C. bursa-pastoris* в УФ-А діапазоні обумовлена локалізацією флавоноїдів у поверхневих тканинах. Грунтуючись на цифровій базі даних спектрів поглинання флавоноїдів (Taniguchi et al. 2023), слід зазначити, що спектральні характеристики глікозидів кверцетину, які ідентифіковані у квітках грициків звичайних (Onea et al. 2025), підтвердили їхній значний протекторний ефект відносно УФ-А радіації. Завдяки фотозахисту генеративних органів на стадії цвітіння забезпечується висока насіннева продуктивність як одна з інвазійних стратегій *C. bursa-pastoris*. Така особливість раніше нами також встановлена для квіток інвазійних видів *S. canadensis*, *E. annuus* (Fedenko 2022; 2024). Окрім того, така тенденція відповідає реалізації атрактивної функції, враховуючи більш ефективне сприйняття випромінювання максимально чутливим УФ-рецептором запилювачів (Narbona et al. 2025). Таку особливість інвазійних видів слід розглядати у контексті адаптивного підсилення репродуктивної системи (Barrett et al. 2008).

Окрім фотопротекторного ефекту, фенольні сполуки як антиоксиданти та ендегенні хелатори беруть участь у формуванні толерантності рослин до стрес-факторів (Metal toxicity ... 2020). Підвищену толерантність грициків звичайних до

високого рівня металів слід розглядати у контексті використання інвазійних видів у технологіях фіто-ремедіації (Fedenko 2023).

Інший аспект результатів відповідає сучасному тренду використання сировини інвазійних рослин для одержання біоактивних речовин. Проведені дослідження підтвердили можливість використання твердофазної спектрофотометрії для ідентифікації трави грициків звичайних як лікарської сировини. Хелатувальна здатність флавоноїдів квіток *C. bursa-pastoris* може бути використана для виділення цих біологічно активних сполук і створення нових біогібридних матеріалів.

Висновки

З використанням твердофазної спектрофотометрії вперше встановлено світлопоглинальну здатність квіток грициків звичайних *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. як одного із найпоширеніших інвазійних видів.

Відбивальні та колориметричні параметри підтвердили характерну особливість – підвищену локалізацію УФ-поглинальних флавоноїдів у поверхневих тканинах квіток. Така особливість може збільшити фотопротекторну здатність для підсилення адаптивної спроможності репродуктивних органів інвазійного виду.

Результати мають перспективу застосування для діагностики інвазійних рослин на стадії цвітіння та для подальшої розробки неруйнівної інструментальної ідентифікації офіційної лікарської сировини грициків звичайних.

- AHMED, H. T., FRANSIS, A., CLEMENTS, D. R., DYCK, E., ROSS, N., UPADHYAYA, M. K., HALL L. M., MARTIN, S. L. (2021) The biology of canadian weeds. 159. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. *Canadian Journal of Plant Science*, 102(3), 529-552. <https://doi.org/10.1139/cjps-2021-0059>
- BARRETT, S. C., COLAUTTI, R. I., ECKERT, C. G. (2008) Plant reproductive systems and evolution during biological invasion. *Molecular Ecology*, 17(1), 373-383. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03503.x>
- BARTELHEIMER, M., POSCHLOD, P. (2016) Functional characterizations of Ellenberg indicator values—a review on ecophysiological determinants. *Functional Ecology*, 30(4), 506-516. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12531>
- DEFELICE, M. S. (2001) Shepherd's-purse, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. *Weed technology*, 15(4), 892-895. [https://doi.org/10.1614/0890037X\(2001\)015\[0892:SSPCBP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890037X(2001)015[0892:SSPCBP]2.0.CO;2)
- DUBYNA, D. V., DZIUBA, T. P., IEMELIANOVA, S. M., PROTOPOPOVA, V. V. SHEVERA, M. V. (2022) Alien species in the pioneer and ruderal vegetation of Ukraine. *Diversity*, 14(12), 1085. <https://doi.org/10.3390/d14121085>
- FEDENKO, V. S. (2022) Khemosorbtsiia flavonoidiv zolotushnyka kanadskoho na oksydi aliuminiu [Chemisorption of flavonoids from canadian goldenrod on aluminum oxide]. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(3), 340–348. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.262972>
- FEDENKO, V. S. (2023) Transformatsiia roslynnosti za umov vplyvu voiennykh dii na pryrodne seredovyshe v Ukraini (ohliad literatury) [Transformation of vegetation under the conditions of the impact of military actions on the natural environment in Ukraine: A review]. *Ecology and noospherology*, 34(2), 101-107. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15421/032315>
- FEDENKO, V. S. (2024) Vidbyvalni kharakterystyky kvitok yak kryterii invazyynosti *Erigeron annuus* (L.) Pers. [Reflectance characteristics of flowers as a criterion for invasiveness of *Erigeron annuus* (L.) Pers.]. *Ecology and Noospherology*, 35(1), 52-57. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15421/032409>
- FERREYRA, M. L. F., SERRA, P., CASATI, P. (2021) Recent advances on the roles of flavonoids as plant protective molecules after UV and high light exposure. *Physiologia Plantarum*, 173(3), 736-749. <https://doi.org/10.1111/ppl.13543>
- GIORIA, M., HULME, P. E., RICHARDSON, D. M., PYŠEK, P. (2023) Why are invasive plants successful? *Annual Review of Plant Biology*, 74, 635-670. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-070522-071021>
- HINTZ, M., BARTHOLMES, C., NUTT, P., ZIERMANN, J., HAMEISTER, S., NEUFFER, B., THEISSEN, G. (2006) Catching a 'hopeful monster': shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris*) as a model system to study the evolution of flower development. *Journal of Experimental Botany*, 57(13), 3531-3542. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl158>
- HUANG, H. R., YAN, P. C., LASCOUX, M., GE, X. J. (2012). Flowering time and transcriptome variation in *Capsella bursa-pastoris* (Brassicaceae). *New Phytologist*, 194(3), 676-689. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04101.x>
- KARG, C. A., TANIGUCHI, M., LINDSEY, J. S., MOSER, S. (2023) Phyllobilins – Bioactive natural products derived from chlorophyll–Plant origins, structures, absorption spectra, and biomedical properties. *Planta Medica*, 89(06), 637-662. <https://doi.org/10.1055/a-1955-4624>
- KUZNIETSOVA, V. Yu., KYSLYCHENKO, V. S., KOTOVA, E. E., KOTOV, A. G., SUSHCHUK, N. A. (2016) Rozrobka metodyky yakisnoho analizu hrytskykh zvychainykh travy dlia vkliuchennia u proekt natsionalnoi monohrafii do derzhavnoi farmakopei Ukrainy [Development of the method for qualitative analysis of shepherd's purse herb to be included into the state pharmacopoea of Ukraine draft national monograph]. *ScienceRise. Pharmaceutical Science*, (4), 24-29 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2016.86172>
- METAL TOXICITY IN HIGHER PLANTS (2020) Landi, M., Shemet, S.A., Fedenko, V.S. (Eds.). Nova Science Publishers, New York.
- LIU, Y., LIN, L., JIN, Q., ZHU, X. (2015) Cadmium accumulation and tolerance in the Cd-accumulator *Capsella bursa-pastoris*. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 34(3), 663-668. <https://doi.org/10.1002/ep.12037>
- ŁUKASZYK, A., KWIECIEŃ, I., SZOPA, A. (2024) Traditional uses, bioactive compounds, and new findings on pharmacological, nutritional, cosmetic and biotechnology utility of *Capsella bursa-pastoris*. *Nutrients*, 16(24), 4390. <https://doi.org/10.3390/n16244390>
- MOSKALYK, I., FYLYPCHUK, T., ZHUK, A., MOSKALYK, H., SYTNIKOVA, I., ZAROCHEHNTSEVA, O., FEDORIAK, M. (2025) Phytodiversity of herbaceous wild vegetation strips as a determinant of wild pollinator conservation. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 15(4), 161–170. <https://doi.org/10.31407/ijees15.4>
- NARBONA, E., DEL VALLE, J. C., WHITTALL, J. B., LEÓN-OSPER, M., BUIDE, M. L., PULGAR, I., CAMARGO, M. G. G., MORELLATO, L. P. C., RODRIGUEZ-CASTAÑEDA, N., ROSSI, V., CONRAD, K., MENA, J. H., ORTIZ, P. L., ARISTA, M. (2025) Transcontinental patterns in floral pigment abundance among animal-pollinated species. *Scientific*

- Reports*, 15(1), 15927. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94709-4>
- OHTA, N., ROBERTSON, A. (2006) *Colorimetry: fundamentals and applications*. John Wiley & Sons, Chichester.
- ONEA, S. G., PALLAG, A., BURLOU-NAGY, C., JURCA, T., VICAȘ, L. G., ELEONORA, M., OLAH, N. K., KISS, R., PAȘCA, B. (2025) Histological research and phytochemical characterization of *Capsella bursa-pastoris* Medik. from Bihor County, Romania. *Life*, 15(1), 67. <https://doi.org/10.3390/life15010067>
- 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. <https://doi.org/10.15407/gb.2019.17.116>.
- SALAYOVÁ, A., BEDLOVIČOVÁ, Z., DANEU, N., BALÁŽ, M., LUKÁČOVÁ BUJŇÁKOVÁ, Z., BALÁŽOVÁ, E., TKÁČIKOVÁ, E. (2021) Green synthesis of silver nanoparticles with antibacterial activity using various medicinal plant extracts: Morphology and antibacterial efficacy. *Nanomaterials*, 11(4), 1005. <https://doi.org/10.3390/nano11041005>
- TANIGUCHI, M., LAROCCA, C. A., BERNAT, J. D., LINDSEY, J. S. (2023) Digital database of absorption spectra of diverse flavonoids enables structural comparisons and quantitative evaluations. *Journal of Natural Products*, 86(4), 1087–1119. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.2c00720>
- WANI, M. A., JAN, N., QAZI, H. A., ANDRABI, K. I., JOHN, R. (2018) Cold stress induces biochemical changes, fatty acid profile, antioxidant system and gene expression in *Capsella bursa pastoris* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(9), 167. <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2747-z>

Дата першого надходження статті до видання: 18.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КВАРТИЛЬНОГО СТАНДАРТИЗОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РЕЖИМІВ МАСОПЕРЕНОСУ КИСНЮ У СПОРТСМЕНІВ

Михайло ФІЛІППОВ, Ольга ДЯЧЕНКО

У роботі представлено можливості застосування формалізованого методу квартильного стандартизованого оцінювання (QSGM) для моніторингу режимів масопереносу O_2 (РМК) в організмі, які відображають узгодженість транспорту та його утилізації у спортсменів під час інтенсивної м'язової роботи. Виявлено, що РМК мають різні функціональні профілі в залежності від індивідуальних особливостей стану, можливостей кардіореспіраторної системи (КРС) та тканинних механізмів метаболізму. В якості конкретного прикладу в статті розглядаються характеристики трьох спортсменів високого класу з такими індивідуальними особливостями – аналіз інтегральних показників блоків РМК дозволив виявити чіткі індивідуальні відмінності у функціонуванні системи масопереносу O_2 . Спортсмен А характеризувався переважно низькою ефективністю доставки та утилізації O_2 з обмеженнями на рівні тканин й недостатньою узгодженістю етапів його переміщення при аеробних навантаженнях. Спортсмен В мав високі та стабільні інтегральні показники, що відображало оптимальну координацію вентиляційної, гемодинамічної та тканинної складових, з максимальною реалізацією потенціалу РМК при навантаженнях з максимальною і критичною потужністю. Спортсмен С демонстрував збалансований проміжний профіль із помірною потужністю РМК та адаптивною зміною ефективності дифузійного переміщення O_2 залежно від інтенсивності навантаження. В результаті проведеної уніфікації різномірних фізіологічних показників з допомогою методу QSGM сформовано модельні характеристики функціонального стану та резервних можливостей організму кожного з представлених спортсменів. Показано, що візуалізація отриманих результатів із квартильним та кольоровим кодуванням полегшує порівняльний аналіз і моніторинг фізіологічних і енергетичних процесів при фізичних навантаженнях різної інтенсивності. Використання QSGM дозволяє стандартизувати фізіологічні параметри, підвищити чутливість моніторингу функціонального стану та провести системний аналіз узгодженості роботи КРС в умовах м'язового навантаження різної інтенсивності.

Ключові слова: метод квартильного стандартизованого оцінювання, режими масопереносу кисню, фізичний навантаження, спортсмени високої кваліфікації, модельні характеристики функціонального стану організму.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна; e-mail: filmish@ukr.net, dnkolga@gmail.com

Філіппов М.: <https://orcid.org/0000-0001-5096-7445>

Дяченко О.: <https://orcid.org/0009-0003-8380-3713>

Application of the quartile standardized assessment method for monitoring oxygen mass transfer regimes in athletes Filippov M., Diachenko O.

The paper presents the potential application of the Quartile Standardized Grading Method (QSGM) for monitoring oxygen mass transfer regimes (OMTR) in the body, reflecting the coordination between oxygen transport and utilization during intensive muscular work in athletes. It was found that OMTR demonstrate distinct functional profiles depending on individual characteristics, the capacity of the cardiorespiratory system (CRS), and tissue metabolic mechanisms. As a specific example, the paper analyzes three elite athletes with different individual features. Analysis of the integral indices of the OMTR blocks revealed clear individual differences in the functioning of the oxygen mass transfer system. Athlete A was characterized by relatively low efficiency of oxygen delivery and utilization, with tissue-level limitations and insufficient coordination of transport stages during aerobic exercise. Athlete B demonstrated high and stable integral indices, reflecting optimal coordination of ventilatory, hemodynamic, and tissue components, with maximal realization of OMTR potential at maximal and critical power outputs. Athlete C showed a balanced intermediate profile, with moderate OMTR capacity and adaptive changes in diffusion efficiency depending on exercise intensity. Through the unification of heterogeneous physiological indicators using QSGM, model characteristics of functional state and reserve capacities were developed for each

athlete. Visualization of the results with quartile and color coding facilitated comparative analysis and monitoring of physiological and energetic processes at different exercise intensities. The use of QSGM enables standardization of physiological parameters, enhances sensitivity in monitoring functional state, and provides a systemic assessment of CRS coordination under varying levels of muscular loads.

Key words: quartile standardized grading method, oxygen mass transfer regimes, physical exercise, elite athletes, model characteristics of the functional state of the body.

National University on Ukraine of Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine; e-mail: filmish@ukr.net, dnmolga@gmail.com

Filippov M.: <https://orcid.org/0000-0001-5096-7445>

Diachenko O.: <https://orcid.org/0009-0003-8380-3713>

Вступ

Сучасна функціональна діагностика у спорті вищих досягнень базується на зборі й аналізі великого масиву даних, що характеризують стан фізіологічних систем, залучених до забезпечення роботи скелетних м'язів при навантаженні високої інтенсивності та механізмів компенсації втоми (Herdy et al 2016; Mujika 2017; Plyn et al. 2024). Одним із ключових інтегральних напрямів такого аналізу є оцінка режимів масопереносу кисню (РМК), які відображають узгодженість вентиляційних, гемодинамічних і тканинних механізмів доставки та утилізації O_2 на різних рівнях функціональної організації. Каскади об'ємних швидкостей масопереносу O_2 (qO_2), парціальних тисків (PO_2), його споживання тканинами, а також ефективності та інтенсивності РМК дозволяють різнобічно характеризувати функціональні системи, що забезпечують процес транспорту цього газу при різній інтенсивності навантаження (Diachenko et al. 2023).

Фізіологічні показники часто характеризуються асиметричними розподілами, наявністю викидів і високою індивідуальною варіабельністю (Taylor et al. 2012; Bourdon et al. 2017), тож принципового значення набуває не лише точність вимірювань, а й коректність статистичної обробки та інтерпретації результатів. Застосування квартильної статистики (Kisielińska 2024; Avdović, Jevremović 2022) дозволяє адекватно відобразити реальну структуру даних, охарактеризувати модельні діапазони та зменшити вплив крайніх значень. Метод квартильного стандартизованого оцінювання (quartile-standardized grading method, QSGM), реалізований у вигляді системи балів, відповідає принципам нормативно-орієнтованого підходу (norm-referenced assessment), які в низці наукових робіт використовувалися для інтерпретації складних та варіабельних показників шляхом їх ранжування відносно групових норм. Зокрема, Lok, McNaught і Young (2016) показали доцільність поєднання norm- та criterion-referenced оцінювання для підвищення чутливості інтерпрета-

ції індивідуальних результатів, тоді як Betebenner (2009) обґрунтував ефективність norm-referenced підходів для аналізу динаміки показників у неоднорідних вибірках. У спортивній та фізіологічній науках аналогічні принципи застосовувалися при побудові перцентильних і квартильних норм для оцінки функціонального стану та фізичної підготовленості спортсменів, що дозволяло зменшити вплив крайніх значень, підвищити відтворюваність результатів і забезпечити більш інформативну індивідуальну інтерпретацію даних. Використання QSGM у дослідженні РМК та аеробно-анаеробного енергозабезпечення дозволяє стандартизувати фізіологічні параметри, підвищити чутливість моніторингу функціонального стану та провести системний аналіз узгодженості роботи КРС в умовах м'язового навантаження різної інтенсивності.

Мета дослідження: обґрунтувати застосування методу квартильного стандартизованого оцінювання для проведення моніторингу режимів масопереносу O_2 і інтерпретації комплексних фізіологічних даних у спортсменів високої кваліфікації.

Методи досліджень

Теоретичні методи. Теоретичну основу дослідження сформовано шляхом аналізу наукових і науково-методичних джерел, представлених у наукометричних базах даних. Узагальнення літературних даних дозволило обґрунтувати доцільність застосування нормативно-орієнтованого підходу та квартильного стандартизованого оцінювання для інтерпретації багатовимірних фізіологічних даних у спорті високих досягнень.

Фізіологічні методи. Фізіологічне тестування спрямовували на оцінку режимів масопереносу та споживання O_2 (VO_2). Аналіз здійснювали з урахуванням блоків функціональних показників, що характеризують об'ємні швидкості транспорту O_2 , каскад його парціальних тисків, споживання тканинами, а також ефективність та інтенсивність його масопереносу. Розрахунок показників вико-

нували на основі загальноприйнятих рівнянь газообміну, вентиляційно-перфузійних співвідношень і кровообігу (Filiprov et al. 2024b).

Інструментальні методи. Дослідження проводили з використанням сертифікованого обладнання: портативного газоаналізатора Oxycon Mobile Pro (VIASYS Healthcare, Німеччина), аналізатора частоти серцевих скорочень Polar T34 (Фінляндія), лабораторного комплексу «Biosen S. line lab+» для визначення біохімічних показників крові, оксигеометра Biomed BM1000A, автоматичного тонометра Omron M7 Intelli AFib та ергометра Concept 2. Обладнання застосовували відповідно до стандартних протоколів фізіологічного тестування.

Ергометричні методи. Ергометричний контроль був проведений згідно сучасних концепцій (Physiological ... 2012), а також із використанням протоколів, адаптованих для фізіологічного тестування у веслуванні академічному (Diachenko, Wei 2024). Сучасні концепції навантаження критичної потужності кваліфікованих спортсменів у циклічних видах спорту. Дослідження проводилося з використанням ергометра Concept II. Програма тестування включала максимальний 30-секундний тест (test30) для оцінки анаеробної (гліколітичної) потужності, ступінчастий тест із індивідуалізованим рівнем ергометричної потужності до відмови із фіксацією реєстрацією показників на рівнях 65 % та 100 % максимального споживання O_2 (МСК або VO_{2max}), а також тест навантаження критичної потужності (CP) тривалістю 2 хв, що відповідала рівню досягнення МСК. Період відновлення між тестовими навантаженнями становив 5 хв.

Статистичні методи. Статистичну обробку даних виконували з використанням квартильної статистики. Показники описували за допомогою медіани (Me), min-max та міжквартильного діапазону (IQR).

Для стандартизації різнорідних фізіологічних параметрів застосовували метод квартильного стандартизованого оцінювання з переведенням

абсолютних значень у бали за принципом, представленим у таблиці 1.

QSGM полягає у перетворенні різнорідних фізіологічних показників у стандартизовані бали на основі квартильного розподілу. Значення показника порівнювалось із межами квартилів вибірки, на основі яких він оцінюється балом від 1 до 5: для параметрів, де зростання є позитивним, найвищий бал отримують значення вище Q_3 , а найнижчий – нижче Q_1 ; для показників із негативною інтерпретацією – навпаки.

Такий підхід дозволив об'єднати різні параметри в єдину шкалу, забезпечуючи порівнянність і чутливість до індивідуальних відмінностей спортсменів. Кольорове кодування квартильних зон дозволяє швидко визначати рівень функціонального стану, порівнювати спортсменів між собою та відстежувати динаміку показників у процесі моніторингу.

У дослідженні брали участь спортсмени академічного веслування високої кваліфікації (чоловіки, $n=12$; вік $20 \pm 2,1$ року; стаж підготовки $5 \leq$ років). Дослідження проведено у підготовчому періоді тренувального циклу в стандартних лабораторних умовах на базі НДІ НУФВСУ та лабораторії Lab of Aquatic Training Monitoring and Intervention (Університет провінції Дзяньши, Наньчан) за участю фахівців обох установ; перед початком експерименту проаналізовано архівні протоколи та остаточно визначено методику і протокол реєстрації показників.

Результати досліджень та обговорення

Була проведена статистична обробка поперечно розрахованих параметрів РМК спортсменів, зокрема об'ємних швидкостей транспорту O_2 (qO_2 , л), та його парціальних тисків (PO_2 , мм.рт.ст), коефіцієнтів використання O_2 в легенях ($KU_L O_2$) і утилізації – в тканинах ($KU_T O_2$), а також ефективності (показник, за яким оцінюється в скільки разів швидкість поетапного переміщення O_2 перевищує швидкість його споживання ($EfqO_2$, рази) та

Таблиця 1. Принцип розподілу балів за методом QSGM

Table 1. The principle of score distribution according to the method

Формула розподілу балів	Оцінка показників із позитивною інтерпретацією зростання значень	Оцінка показників із негативною інтерпретацією зростання значень
$\min \leq n \leq Q_1$	1	5
$Q_1 \leq n < Me$	2	4
$n = Me$	3	3
$Me < n \leq Q_3$	4	2
$Q_3 \leq n \leq \max$	5	1

Примітка: n = значення показника, що оцінюється за системою QSGM

Note: n = indicator value estimated by the QSGM system

питомої потужності (WqO_2 , мл/хв/Watt) (Filiprov et al. 2024a).

Це дозволило стандартизувати параметри та оцінити внесок кожного з них у формування профілю РМК.

Інтегральним показником транспорту O_2 від дихальних шляхів до периферичних тканин є його кількісна характеристика поетапного переміщення (qO_2) (Habler, Messmer 1997; Filiprov et al. 2023).

У таблиці 2 представлені оцінки qO_2 у спортсменів А, В та С. Вища швидкість масопереносу O_2 оцінена вищим балом.

У test30 спортсмен А характеризувався відносно низькою об'ємною швидкістю переміщення

O_2 в організмі, при різкому посиленні вентиляційної ланки при інтенсивності 65 % VO_2 , VO_{2max} та $CPVO_2$ ($q_{I}O_{2max}=44,6$ л, $q_{A}O_{2max}=35,0$ л). При цьому показники тканинного та венозного транспорту ($q_{I}O_2$, $q_{V}O_2$) залишалися на помірному рівні (2–3 бали). Це могло свідчити про обмеження з боку гемодинаміки. Попри позитивну динаміку зростання інтенсивності навантаження, qO_2 у спортсмена А залишалася нижчою порівняно з іншими обстеженими.

Спортсмен В, на відміну від спортсмена А, демонстрував найвищі бали каскаду qO_2 test30, що відповідає швидкому залученню ланок КРС вже під час короткого інтенсивного наванта-

Таблиця 2. Оцінка показників каскаду qO_2
Table 2. Evaluation of the cascade indicators

Спортсмени (А, В, С); тести		$q_I O_2$	$q_A O_2$	$q_a O_2$	$q_l O_2$	$q_v O_2$	Інтегральний бал
Оцінки							
А	test30	1	2	2	1	2	1,6
	65% VO_2	5	5	2	2	3	3,4
	VO_2 max	5	5	2	2	2	3,2
	$CPVO_2$	5	4	2	2	2	3,0
	Абсолютні значення, л						
	test30	4,6	2,6	0,9	0,7	0,20	–
	65% VO_2	20,5	15,2	5,9	3,5	2,39	–
	VO_2 max	40,7	36,2	6,5	5,2	1,33	–
	$CPVO_2$	44,6	36,1	6,3	5,1	1,22	–
Оцінки							
В	test30	4	5	4	4	4	4,2
	65% VO_2	2	3	5	3	5	3,6
	VO_2 max	3	3	4	4	3	3,4
	$CPVO_2$	2	3	4	4	3	3,2
	Абсолютні значення, л						
	test30	6,9	3,8	1,3	1,0	0,26	–
	65% VO_2	15,3	11,9	6,8	3,7	3,06	–
	VO_2 max	38,3	34,1	6,9	5,6	1,34	–
	$CPVO_2$	39,3	35,0	7,0	5,6	1,43	–
Оцінки							
С	test30	3	3	3	2	3	2,8
	65% VO_2	5	4	3	3	3	3,6
	VO_2 max	3	3	3	2	4	3,0
	$CPVO_2$	2	3	2	3	2	2,4
	Абсолютні значення, л						
	test30	5,7	3,0	1,0	0,8	0,23	–
	65% VO_2	18,6	13,8	6,3	3,7	2,64	–
	VO_2 max	37,9	34,1	6,7	5,3	1,43	–
	$CPVO_2$	40,0	36,0	6,4	5,2	1,16	–

ження (Рис. 1). Високі q_{lO_2} та q_{AO_2} (4 та 5 балів; 6,9 та 3,8 л) свідчили про значну активацію вентиляційного компонента. $q_{lO_2} = 1,0$ л/хв відображає загальну ефективність каскаду (4 бали), і є високим середньогруповим показником для короточасної швидкісної роботи. Середньо-високі оцінки q_{vO_2} (3-5 балів) вказували на інтенсивну тканинну утилізацію O_2 . Така конфігурація каскаду характерна для короткотривалих навантажень максимальної інтенсивності з домінуванням периферичних механізмів утилізації O_2 .

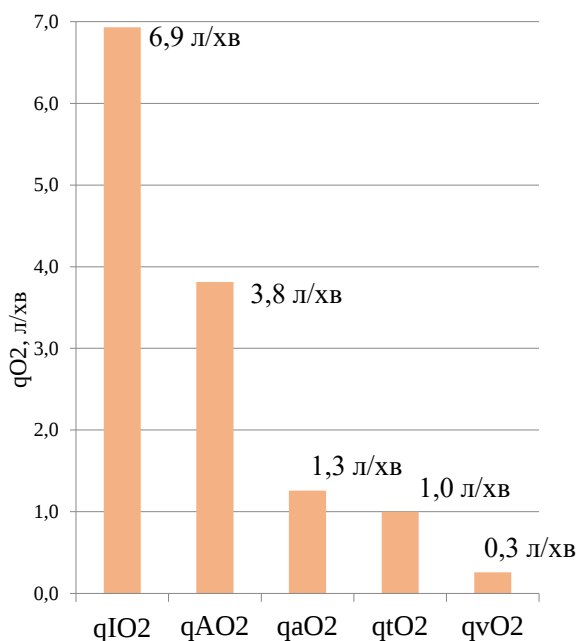


Рис. 1. Каскад q_{O_2} , л/хв в test30 у спортсмена В
Fig. 1. q_{O_2} cascade ($L \cdot min^{-1}$) in the test30 in Athlete B

Інтегральний бал у спортсмена В залишався стабільно високим при 65% O_2 max, VO_2 max і $CPVO_2$ (3,2–3,6 бала). Із виходом на стабільний стан 65% O_2 max і до закінчення тесту спостерігаються обмеження з боку респіраторного компонента масопереносу O_2 (2-3 бали) при високих швидкостях його артеріального транспорту та споживання (3-5 балів; q_{aO_2} max 7,0 л/хв, q_{tO_2} max 5,6 л/хв).

Спортсмен С займав проміжне положення між спортсменами А та В. Оцінки більшості компонентів q_{O_2} відповідали медіанному рівню (3 бали), а інтегральні показники коливалися в межах 2,4–3,6 бала. Високі q_{lO_2} та q_{AO_2} (5-4 бали) спостерігалися при навантаженні 65 % VO_2 max, вказуючи на ефективну діяльність дихальної системи у аеробному режимі. Водночас на рівні $CPVO_2$

відзначалося обмеження швидкості масопереносу O_2 при граничних навантаженнях (2-3 бали).

Каскад PO_2 є функціональним відображенням узгодженості вентиляційного, гемодинамічного та тканинного компонентів режимів масопереносу O_2 (Ortiz-Prado et al. 2019), а зміни його структури дозволяють оцінювати лімітуючі ланки киснезабезпечення при фізичній роботі (Dominelli et al. 2021). Високий парціальний тиск O_2 створює сприятливий градієнт для його дифузії та формується рядом факторів: як фізико-хімічними властивостями O_2 та умовами зовнішнього середовища (барометричний тиск O_2 , тиск водяної пари, висота над рівнем моря), так і функціональним станом КРС та кисневов'язувальних властивостей крові. Важливу роль при цьому відіграють положення кривої дисоціації оксигемоглобіну ODC та зсуви кислотно-лужного стану (КЛС), що змінюють спорідненість Hb до O_2 та підвищують ефективність його забору в тканинах. Однак, зі збільшенням інтенсивності динаміка не є лінійною: при навантаження субмаксимальної інтенсивності спостерігається підвищення P_{AO_2} при одночасному зниженні PaO_2 . Це підтверджуються експериментальними даними (Табл. 3). Починаючи з навантаження 85 % VO_2 max та до закінчення тесту простежується тренд до зростання альвеолярно-артеріального градієнта, що свідчить про поступове зниження ефективності вентиляційної ланки.

У таблиці 3 також надані оцінки значень показників каскаду парціальних тисків O_2 . Вищі значення альвеолярного та артеріального PO_2 відзначалися вищими оцінками, венозного – нижчими.

Спортсмен А характеризувався позитивною динамікою показників за ходом тестування. Оцінки показників блоку в test30 (2–3 бали) свідчили про помірну швидкість активації O_2 -транспорту. Але вже при 65% VO_2 було зафіксовано максимальні оцінки P_{AO_2} та P_{aO_2} (по 5 балів; 108 та 101 мм.рт.ст) за помірного зростання P_{vO_2} (3 бали), що цілком відповідає профілю q_{O_2} . Водночас при досягненні VO_2 max і $CPVO_2$ відзначалося зниження оцінок PaO_2 до 3 балів за збереження відносно підвищених значень P_{vO_2} , що свідчило про зменшення артеріо-венозного градієнта PO_2 .

Спортсмен В демонстрував виражену варіабельність компонентів каскаду PO_2 . При навантаженні 65 % VO_2 було зафіксовано різке зниження P_{vO_2} до 1 балу (26 мм.рт.ст) на фоні зростання P_{aO_2} до 4 балів, що могло бути показником недостатньої тканинної утилізації O_2 при високій його доставці. При досягненні VO_2 max інтегральна оцінка знову зростала (3,3 бали) внаслідок поєднання високого

P_aO_2 і P_vO_2 (по 4 бали), що вказувало але адаптивну перебудову КРС, проте зниження інтегрального балу тесту $CPVO_2$ може вказувати на виснаження O_2 -транспортних механізмів.

Спортсмен С мав відносно рівномірний, але помірний профіль каскаду PO_2 . На всіх етапах навантаження значення P_aO_2 залишалися стабільно підвищеними (4 бали), тоді як P_vO_2 характеризувався стійко низькими оцінками (1-2 бали; зниження P_aO_2 від 88 до P_vO_2 46 мм.рт.ст), що чітко вказувало на обмеження альвеолярно-капілярної перфузії O_2 . Лише при $CPVO_2$ було зафіксовано виражене зниження P_vO_2 (17 мм.рт.ст, 5 балів), що демонструвало максимальне вилучення O_2 із артеріальної крові працюючими м'язами.

Каскад переміщення O_2 характеризує здатність системи вилучати O_2 на легеневому та тканинному рівнях (Stickland et al. 2013, Wolff 2007). Коефіцієнт використання O_2 легеньми ($KU_L O_2$, %) характеризує загальний рівень його використання в легенях, та відображає ефективність вентиляційно-перфузійної взаємодії і характеризує втрати або обмеження дифузії O_2 між альвеолами та кров'ю, тоді як $KU_L O_2$, % відображає периферичну утилізацію O_2 .

Вищі значення показників використання O_2 оцінювались вищими балами (Табл. 4).

У спортсмена А при test30 відзначалися помірно високі оцінки легневих компонентів використання O_2 ($KU_L O_2$, O_2ER_L по 4 бали) за відносно нижчого (3 бали). При 65 % VO_2 та вище

Таблиця 3. Оцінка показників каскаду PO_2 в організмі

Table 3. Evaluation of the $P O_2$ cascade indicators in the body

Спортсмени (А, В, С); тести		P_aO_2	P_aO_2	P_vO_2	Загальний бал
А	Оцінки				
	test30	3	2	2	2,3
	65% VO_2	5	5	3	4,3
	VO_2 max	5	3	3	3,7
	$CPVO_2$	4	3	3	3,3
	Абсолютні значення, мм.рт.ст				
	test30	100	88	17	–
	65% VO_2	108	101	24	–
	VO_2 max	124	52	17	–
	$CPVO_2$	124	50	17	–
В	Оцінки				
	test30	4	2	4	3,3
	65% VO_2	3	4	1	2,7
	VO_2 max	2	4	4	3,3
	$CPVO_2$	2	3	2	2,3
	Абсолютні значення, мм.рт.ст				
	test30	102	88	16	–
	65% VO_2	93	91	26	–
	VO_2 max	120	54	17	–
	$CPVO_2$	121	50	17	–
С	Оцінки				
	test30	4	2	2	2,7
	65% VO_2	4	1	3	2,7
	VO_2 max	4	1	2	2,3
	$CPVO_2$	4	1	5	3,3
	Абсолютні значення, мм.рт.ст				
	test30	101	88	17	–
	65% VO_2	101	83	24	–
	VO_2 max	122	48	18	–
	$CPVO_2$	124	46	17	–

були зафіксовані мінімальні значення $KU_L O_2$ (1 бал; 17-11 %) на фоні зростання тканинної утилізації O_2 (4 бали).

Спортсмен В демонстрував виражену варіабельність компонентів каскаду. У test30 було зафіксовано максимальне значення $O_2 ER_L$ (5 балів; 14 %) за високої тканинної екстракції (4 бали). Водночас при 65 % VO_2 max спостерігалася асинхронність каскаду: максимальний $KU_L O_2$ (5 балів; 24 %) поєднувався з мінімальним значенням $KU_L O_2$ (1 бал; 55 %), що вказувало на недостатню реалізацію периферичних механізмів утилізації O_2 , тоді як при VO_2 max тканинний компонент досягав максимальних значень (5 балів; 81 %). Це вказує на максимальні можливості утилізації O_2 саме при роботі у зоні VO_2 max. Під час граничного навантаження більшим був внесок легеневого вилу-

чення O_2 ($KU_L O_2$ 5 балів, 14 %) при збалансованій тканинній його утилізації (по 3 бали).

Спортсмен С характеризувався найбільш стабільними інтегральними оцінками. На всіх етапах тестування $O_2 ER_L$ залишався на максимальному рівні (5 балів; 14–18–60–62 %), що характеризує високу ефективність екстракції артеріальною кров'ю. $KU_L O_2$ коливався в залежності від навантаження, проте доходив до максимуму при $CP VO_2$ (5 балів; 82 %). Це вказувало на значні резерви периферичної утилізації O_2 .

Відношення qO_2 на вентиляційній, альвеолярній, артеріальній, та венозній ланках до $qL O_2$ (об'ємної швидкості споживання O_2 , $qtO_2 = VO_2$) відображає на скільки його масоперенос на кожному етапі більше споживання. Цей показник ($EfqO_2$) слугує інтегральною характеристикою

Таблиця 4. Оцінка показників використання O_2 в легенях і утилізації його в тканинах

Table 4. Evaluation of O_2 utilization in the lungs and its tissue-level consumption

Спортсмени (А, В, С); тести		$KU_L O_2$	$O_2 ER_L$	$KU_L O_2$	Загальний бал
А	Оцінки				
	test30	4	4	3	3,7
	65% VO_2	1	3	4	2,7
	VO_2 max	1	4	3	2,7
	$CPVO_2$	2	4	3	3,0
	Абсолютні значення, %				
	test30	15	13	77	–
	65% VO_2	17	6	59	–
	VO_2 max	13	58	80	–
	$CPVO_2$	11	60	81	–
В	Оцінки				
	test 30	3	5	4	4,0
	65% VO_2	5	2	1	2,7
	VO_2 max	4	3	5	4,0
	$CPVO_2$	5	3	3	3,7
	Абсолютні значення, %				
	test 30	14	14	79	–
	65% VO_2	24	3	55	–
	VO_2 max	15	55	81	–
	$CPVO_2$	14	59	80	–
С	Оцінки				
	test30	3	5	2	3,3
	65% VO_2	2	5	3	3,3
	VO_2 max	3	5	3	3,7
	$CPVO_2$	3	5	5	4,3
	Абсолютні значення, %				
	test30	14	14	77	–
	65% VO_2	20	18	58	–
	VO_2 max	14	60	79	–
	$CPVO_2$	13	62	82	–

ефективності транспорту O_2 (Табл. 5). Нижчі значення показників qO_2 отримали вищі бали.

Спортсмен А характеризувався помірним $EfqO_2$ у test30, але вже при 65 % VO_2 було зафіксовано мінімальні оцінки $Efq_I O_2$ та $Efq_A O_2$ (5,86 та 4,33 л/л), які зберігалися і при VO_{2max} (7,83 та 6,97 л/л) та CP VO_2 (8,75 та 7,08 л/л). Це вказує на зниження легеневого та альвеолярного напруження O_2 при аеробному навантаженні. Водночас ефективність артеріальної та венозної ланок залишалася помірною (2-3 бали), підтверджуючи відносно стабільну периферичну утилізацію O_2 .

Спортсмен В, на відміну від спортсмена А, демонстрував більш стабільні показники ефективності РМК. При 65 % VO_2 було зафіксовано мінімальні оцінки $Efq_A O_2$ та $Efq_V O_2$ (по 1 балу; 1,83 та 0,83 л/л), що свідчило про зниження ефективності

периферичного транспорту та утилізації O_2 в умовах субмаксимального навантаження. Водночас при VO_{2max} спостерігалось зростання ефективності всіх ланок, (по 4 бали; 1,24 та 0,24 л/л). Така динаміка вказувала на адаптивну перебудову механізмів транспорту O_2 при граничних навантаженнях, чого не спостерігалось у спортсмена А.

Спортсмен С характеризувався найнижчими оцінками ефективності РМК на початкових етапах тестування. У test30 було зафіксовано мінімальні значення $Efq_A O_2$ та $Efq_V O_2$ (по 1 балу; 1,29 та 0,29 л/л), що свідчило про знижену ефективність периферичного транспорту O_2 . Подібна структура зберігалася і при 65 % VO_2 та VO_{2max} , де більшість показників оцінювалися в 1–2 бали. Лише при CP VO_2 було зафіксовано максимальні оцінки $Efq_A O_2$ та $Efq_V O_2$ (по 5 балів; 1,22 та 0,22 л/л),

Таблиця 5. Оцінка показників ефективності РМК

Table 5. Evaluation of RMC efficiency indicators

Спортсмени (А, В, С); тести		$Efq_I O_2$	$Efq_A O_2$	$Efq_{\Delta} O_2$	$Efq_V O_2$	Загальний бал
А	Оцінки					
	test30	3	3	2	2	2,5
	65% VO_2	1	1	3	3	2,0
	VO_{2max}	1	1	3	3	2,0
	CP VO_2	1	2	3	3	2,3
	Абсолютні значення, л/л					
	test30	6,54	3,66	1,29	0,29	–
	65% VO_2	5,86	4,33	1,68	0,68	–
	VO_{2max}	7,83	6,97	1,26	0,26	–
	CP VO_2	8,75	7,08	1,24	0,24	–
В	Оцінки					
	test30	3	2	3	3	2,8
	65% VO_2	4	3	1	1	2,3
	VO_{2max}	3	4	4	4	3,8
	CP VO_2	4	4	2	2	3,0
	Абсолютні значення, л/л					
	test30	6,93	3,81	1,26	0,26	–
	65% VO_2	4,13	3,22	1,83	0,83	–
	VO_{2max}	6,84	6,09	1,24	0,24	–
	CP VO_2	7,02	6,25	1,25	0,25	–
С	Оцінки					
	test30	2	2	1	1	1,5
	65% VO_2	1	2	2	2	1,8
	VO_{2max}	2	2	2	2	2,0
	CP VO_2	2	2	5	5	3,5
	Абсолютні значення, л/л					
	test30	7,09	3,76	1,29	0,29	–
	65% VO_2	5,03	3,72	1,71	0,71	–
	VO_{2max}	7,16	6,44	1,27	0,27	–
	CP VO_2	7,69	6,92	1,22	0,22	–

що відображало суттєве зростання ефективності артеріо-венозної ланки та максимальне вилучення O_2 з артеріальної крові. У порівнянні зі спортсменами А і В, саме у спортсмена С ефективність РМК різко зростала лише за умов граничного навантаження. Показник (WqO_2 , мл/хв/Watt) відображає кількість транспортованого та спожитого O_2 відносно ватту механічної роботи (Табл. 6).

У спортсмена А показники WqO_2 були максимальними при короткотривалому максимальному навантаженні (test30 4-5 балів), що відповідало високим можливостям до O_2 забезпечення роботи максимальної інтенсивності. При 65 % VO_2 та VO_{2max} показники знижувалися до 1-3 балів, що відображає більшу кількість транспортованого та спожитого O_2 на одиницю механічної потужності. При $CPVO_2$ спостерігалось часткове відновлення ефективності, що підтверджує результати у test30.

Test30 у спортсмена В характеризувався помірними оцінками (2-3 бали), при вираженому зниженні артеріальної, венозної та інтенсивності споживання O_2 при 65 % VO_2 max (1 бал), що може свідчити про низьку потужність роботи у аеробному режимі. Найвища інтенсивність РМК спостерігалась у спортсмена В при навантаженні VO_{2max} (4-5 балів, $qtO_2 = 13$ мл/хв/Watt). Загалом, показники знаходились на середньому рівні,

Спортсмен С мав відносно стабільні середні показники у всіх режимах, з деяким підвищенням при короткотривалому та субмаксимальному навантаженні, що вказує на збалансовану, але менш потужну здатність системи O_2 ефективно працювати на одиницю механічної потужності.

Аналіз інтегральних балів кожного блоку дав можливість охарактеризувати динаміку РМК, що візуалізовано на рисунку 2. Спортсмен А мав переважно низькі та помірні інтегральні показники

Таблиця 6. Оцінка еквівалента поетапної O_2 – вартості відносно одиниці потужності механічної роботи
Table 6. Evaluation of the stepwise O_2 equivalent relative to a unit of mechanical work power

Спортсмени (А, В, С); тести		$WqiO_2$	$WqAO_2$	$WqaO_2$	$WqtO_2$	$WqvO_2$	Загальний бал
Оцінки							
А	test30	5	4	5	5	4	4,6
	65% VO_2	1	1	4	3	3	2,4
	VO_2 max	1	1	3	3	3	2,2
	$CPVO_2$	1	4	4	4	4	3,4
	Показники						
	test30	6,2	3,5	1,2	0,9	0,3	–
	65% VO_2	67,2	49,7	19,3	11,5	7,8	–
	VO_2 max	110,9	98,7	17,8	14,2	3,6	–
	$CPVO_2$	102,1	82,7	14,5	11,7	2,8	–
Оцінки							
В	test30	2	2	3	2	3	2,4
	65% VO_2	3	2	1	1	1	1,6
	VO_2 max	4	4	5	5	5	4,6
	$CPVO_2$	4	4	3	3	3	3,4
	Показники						
	test30	9,9	5,5	1,8	1,4	0,4	–
	65% VO_2	57,0	44,5	25,2	13,8	11,4	–
	VO_2 max	88,9	79,1	16,1	13,0	3,1	–
	$CPVO_2$	86,8	77,3	15,5	12,4	3,1	–
Оцінки							
С	test30	3	3	3	3	3	3,0
	65% VO_2	2	3	2	3	3	2,6
	VO_2 max	1	2	2	3	2	2,0
	$CPVO_2$	3	1	3	3	4	2,8
	Показники						
	test30	8,5	4,5	1,6	1,2	0,4	–
	65% VO_2	60,0	44,4	20,4	11,9	8,5	–
	VO_2 max	103,1	92,8	18,3	14,4	3,9	–
	$CPVO_2$	98,7	88,9	15,7	12,8	2,9	–

масопереносу O_2 , що відображає обмежену ефективність системи його доставки та використання. qO_2 зростала з підвищенням інтенсивності, однак залишалася на помірному рівні. Каскад парціальних тисків O_2 демонстрував обмежену здатність тканин до його вилучення. Коефіцієнти використання O_2 в легенях і утилізації в тканинах свідчили про високу ефективність РМК при короткочасних максимальних навантаженнях, яка частково знижувалася у помірних режимах.

Каскади qO_2 , PO_2 та характеристики використання O_2 відображали ефективну координацію вентиляційної, гемодинамічної та тканинної ланок. У VO_{2max} та $CPVO_2$ інтегральні показники були максимальними, що свідчило про здатність системи транспорту та споживання O_2 функціонувати на межі можливостей. У субмаксимальних режимах відзначалася певна асинхронність функціонування ланок РМК, що знижувало ефективність використання O_2 .

Спортсмен С мав проміжний та збалансований профіль. qO_2 та PO_2 були помірними, поступово підвищуючись у аеробних режимах. Характер використання O_2 в легенях і утиліза-

ції його в тканинах демонстрував залежність від типу навантаження: помірна ефективність в короткочасних тестах, покращення при інтенсивностях 65 % VO_2 та VO_{2max} , і певне зниження при граничних навантаженнях. Ефективність РМК була невисокою при роботі у короткочасних та аеробних режимах, але зростала при досягненні критичної потужності.

Висновки

При тестуванні спортсменів високого класу, що спеціалізуються у веслуванні академічному, на основі зафіксованих та розрахункових даних про параметри РМК, певним чином проведена їх статистична обробка з використанням квартильної статистики та оцінка усіх значень за методом квартильного стандартизованого оцінювання (QSGM). На основі отримання комплексного банку даних був реалізований моніторинг РМК спортсменів А, В і С.

Аналіз інтегральних показників блоків РМК дозволив виявити чіткі індивідуальні відмінності у функціонуванні системи масопереносу O_2 . Спортсмен А характеризувався переважно низькою–помірною ефективністю доставки та утилі-

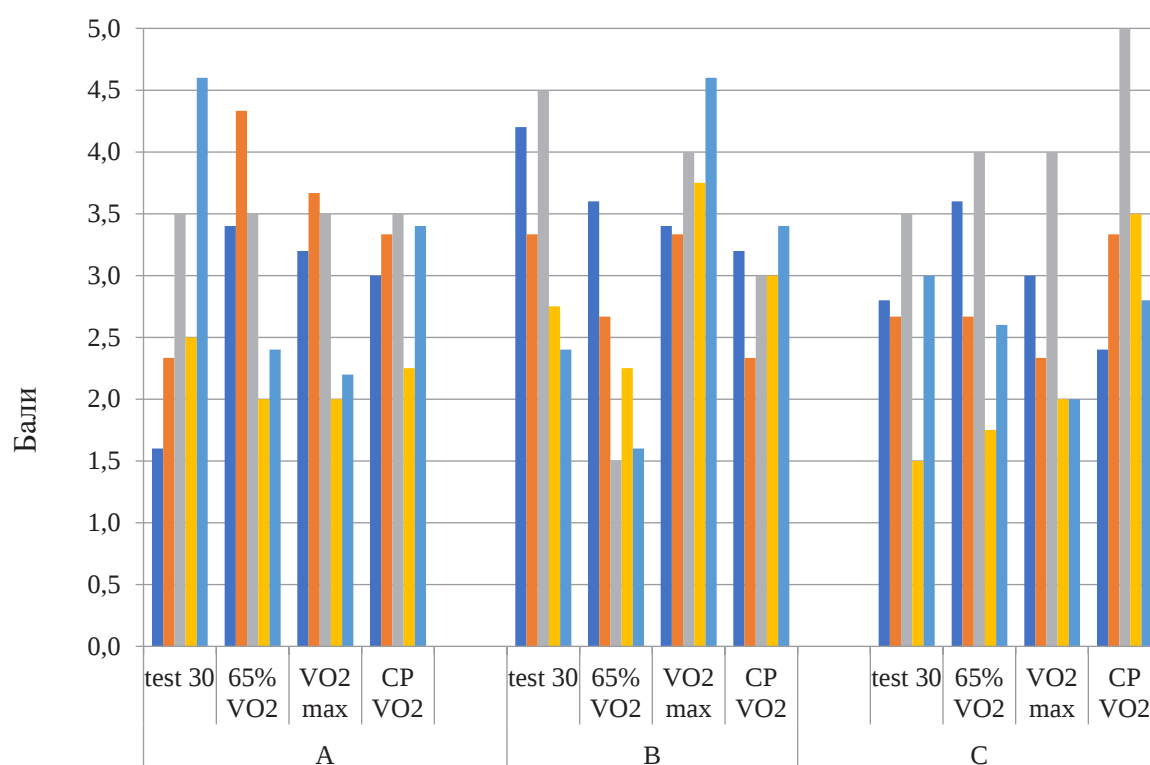


Рис. 2. Квартильне стандартизоване оцінювання показників РМК у спортсменів А, В та С при навантаженнях різної інтенсивності

Fig. 2. Quartile standardized assessment of RMC indicators in Athletes A, B, and C under loads of varying intensity

зації O_2 з обмеженнями на рівні тканин й недостатньою узгодженістю етапів його переміщення при аеробних навантаженнях. Спортсмен В мав високі та стабільні інтегральні показники, що відображало оптимальну координацію вентиляційної, гемодинамічної та тканинної складових, з максимальною реалізацією потенціалу РМК при навантаженнях з максимальною (VO_{2max}) і критичною ($CPVO_2$) інтенсивністю. Спортсмен С демонстрував збалансований проміжний профіль із помірною потужністю РМК та адаптивною зміною ефективності дифузійного переміщення O_2 залежно від інтенсивності навантаження.

Таким чином показано, що при вибірці спортсменів високої кваліфікації метод QSGM дозволяє формувати модельні норми для оцінки фізіологічних та функціональних характеристик, коректно стандартизувати і оцінювати показники без

припущень про нормальний розподіл, враховуючи внутрішню структуру вибірки. Перехід від абсолютних значень до стандартизованої бальної оцінки та агрегація показників у функціональні блоки забезпечує системний аналіз ланок вентиляції, гемодинаміки, газообміну та метаболічної відповіді. Візуалізація у вигляді таблиць, графіків та кольорового кодування квартильних зон полегшує порівняння спортсменів та створює умови для проведення моніторингу поточних функціональних можливостей спортсменів.

Перспективою для подальших досліджень є розробка стандартизації оцінки функціональних систем організму, що забезпечують РМК: дихальної і серцево-судинної систем, киснево-транспортної функції та кислотно-лужного стану крові, а також аналіз, крім режимів масопереносу в організмі O_2 , так і режимів CO_2 .

-
- AVDOVIĆ, A., JEVREMOVIĆ, V. (2022) Quantile-zone based approach to normality testing. *Mathematics*, 10(11), 1828. <https://doi.org/10.3390/math10111828>
- BETEBENNER, D. W. (2009) Norm- and criterion-referenced student growth. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(4), 42–51. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2009.00161.x>
- BOURDON, P. C., CARDINALE, M., MURRAY, A., GASTIN, P., KARAM, E. (2017) Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(S2), 2161–2170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- DIACHENKO, O.A., FILIPPOV, M.M., ILYIN, V.M., GUO RENHAO (2023) Monitoring of functional security of special performance of qualified athletes. *Visnyk Cherkaskoho universytetu: seriia Biologichni nauky*, 1. <https://doi.org/10.31651/2076-58352018-1-2023-1-35-45>
- DIACHENKO, A.Y., WEI, Y. (2024) Suchasni kontseptsii navantazhennia krytychnoi potuzhnosti kvalifikovanykh sportsmeniv u tsyklichnykh vydakh sportu. *Sport Science Spectrum*, 2, 74–81. <https://doi.org/10.32782/spectrum/2024-2-10>
- DOMINELLI, P. B., WIGGINS, C. C., ROY, T. K., SECOMB, T. W., CURRY, T. B., JOYNER, M. J. (2021) The Oxygen Cascade During Exercise in Health and Disease. *Mayo Clinic proceedings*, 96(4), 1017–1032. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.06.063>
- FILIPPOV, M. M., DIACHENKO, A. Yu., DIACHENKO, O. A., SAMSII, R. M., KOMOLAFE, D. O., ILIN, V. M., KHMELNYTSKA, Yu. K. (2024) *Metodolohiia vyznachennia funktsionalnykh mozhlyvostei ta enerhetychnykh kharakterystyk orhanizmu sportsmeniv na osnovi analizu rezhymiv masoperenosu respiratornykh haziv i yikh vplyvu na kyslotno-luzhnyi stan krovi*. NUFVSU, Kyiv. (in Ukrainian)
- FILIPPOV, M.M., DIACHENKO, A.Y., DIACHENKO, O.A., SAMSIY, R.M., KOMOLAFE, D.O., ILYIN, V.M. (2024) Methodology of a complex approach to determining the functional capabilities of the athletes' body by analyzing the modes of gas transfer regimes and energy characteristics. *Bulletin of problems in biology and medicine*, 2(173), 323–338. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2024-2-173-323-338>
- FILIPPOV, M.M., ILYIN, V.M., PASTUKHOVA, V.A. (2023) Fiziologichna kharakterystyka umov, shcho zabezpechuiut maksymalne spozhyvannia kysniu. *Proceedings of International scientific-practical conference "Adaptatsiini psykhofiziologichni problemy fizychnoi kultury i sportu"*. Natsionalnyi universytet fizychnoho vykhovannia i sportu Ukrainy, Kyiv, Cherkaskyi natsionalnyi universytet imeni Bohdana Khmelnytskoho, Cherkasy, 2023, pp. 189–190. (in Ukrainian)
- HABLER O.P., MESSMER F.W. (1997) The physiology of oxygen transport. *Transfusion Science*, 18(3), 425–435. [https://doi.org/10.1016/S0955-3886\(97\)00041-6](https://doi.org/10.1016/S0955-3886(97)00041-6)
- HERDY, A.H., RITT, L.E., STEIN, R., ARAÚJO, C.G., MILANI M., MENEGHELO, R.S., FERRAZ A.S., HOSSRI, C., ALMEIDA A.E., FERNANDES-SILVA, M.M., SERRA, S.M. (2016) Cardiopulmonary Exercise Test: Background, Applicability and Interpretation. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 107(5), 467–481. <https://doi.org/10.5935/abc.20160171>
- ILYIN V., FILIPPOV M., VYNOHRADOV V. (2024) Prevalence of chronic fatigue and chronic fatigue syndrome in ukrainian elite athletes: results from a population-based study. *Visnyk Cherkaskoho universytetu: seriia biologichni nauky*, 1. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2024-1-7-17>

- KISIELIŃSKA, J., (2024) Estimation of quantiles with the exact bootstrap method. *Statistics in Transition new series*, 25(1), 145-165. <https://doi.org/10.59170/stattrans-2024-009>
- LOK, B., MCNAUGHT, C., YOUNG, K. (2016) Criterion-referenced and norm-referenced assessments: compatibility and complementarity. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(3), 450–465. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1022136> ;
- MUJIKA I. (2017) Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), S29-S217. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0403>
- ORTIZ-PRADO, E., DUNN, J. F., VASCONEZ, J., CASTILLO, D. VISCOR, G. (2019) Partial pressure of oxygen in the human body: a general review. *American Journal of Blood Research*, 9(1), 1–14.
- STICKLAND, M.K., LINDINGER, M.I., OLFERT, I.M., HEIGENHAUSER, G.J., HOPKINS, S.R. (2013) Pulmonary gas exchange and acid-base balance during exercise. *Comprehensive Physiology*, 3(2), 693–739. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110048>
- PHYSIOLOGICAL TESTS FOR ELITE ATHLETES (2012) Tanner R., Gore C.J. (Eds.). Human Kinetics Publishers, Champaign, USA.
- TAYLOR, K. L., CHAPMAN, D. W., WILLIAMS, M., O'CONNOR, D. (2012) The use of integrated monitoring systems in high-performance sport. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(2), 252–263.
- WOLFF, C. B. (2007) Normal cardiac output, oxygen delivery and oxygen extraction. *Advances in experimental medicine and biology*, 599, 169–182. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71764-7_23

Дата першого надходження статті до видання: 04.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



СЕЗОННИЙ РИТМ РОЗВИТКУ *SCHOENOPLECTIELLA MUCRONATA* (L.) J. JUNG & H. K. CHOI *EX SITU* НА ТЕРИТОРІЇ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ігор ЧІКОВ¹, Ірина БОЙКО², Інна ДІДЕНКО³, Володимир ГРАБОВИЙ⁴, Любов ІЩУК⁵

В публікації подано результати фенологічних спостережень за *Schoenoplectiella mucronata* (L.) Jung & H.K. Choi, видом, вперше інтродукованим в умови Правобережного Лісостепу України. Дослідження проводили упродовж чотирьох років на території Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Вперше з'ясовано особливості сезонного ритму розвитку рослин, визначено дати настання окремих фенофаз, їх тривалість. Встановлено, що в умовах інтродукції рослини послідовно проходять усі основні фази розвитку, які характеризуються регулярним цвітінням, плодоношенням та здатні до самосіву. Вегетація *S. mucronata* починається 09.05. (σ - 2,29; V - 1,77 %) та завершується 01.11. (σ - 5,21, V - 1,71 %), загальна її тривалість складає 175 днів (σ - 10,47 днів, V - 6%). Цвітіння припадає на кінець червня – початок серпня, триває близько 40 днів (σ - 6,97, V - 17,44%). Плоди починають дозрівати з кінця липня, осипаються 06.10. (σ - 6,80 днів, V - 2,43%). У результаті досліджень встановлено, що інтродуковані рослини *ex situ* на території Правобережного Лісостепу України відзначається високою екологічною пластичністю та здатністю до акліматизації.

Ключові слова: рідкісні рослини, дендрологічний парк, фенологія, вегетація, цвітіння, дозрівання, плодоношення.

¹Відділ трав'янистих рослин, Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12-А, Умань, 20300, Україна: e-mail: garden2004@ukr.net

²Відділ трав'янистих рослин, Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12-А, Умань, 20300, Україна: e-mail: irinaivankovska@gmail.com

³Відділ трав'янистих рослин, Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12-А, Умань, 20300, Україна: e-mail: fritillaria2007@gmail.com

⁴Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12-А, Умань, 20300, Україна: e-mail: konf_sofievka2011@ukr.net

⁵Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12-А, Умань, 20300, Україна: e-mail: ishchuk29@gmail.com

Чіков І.: <https://orcid.org/0000-0003-3209-6230>

Бойко І.: <https://orcid.org/0000-0002-4643-6315>

Діденко І.: <https://orcid.org/0000-0002-4198-3432>

Грабовий В.: <https://orcid.org/0000-0001-7623-1874>

Ішук Л.: <https://orcid.org/0000-0003-2150-0672>

Seasonal rhythm of development of *Schoenoplectiella mucronata* (L.) J. Jung & H. K. Choi *ex situ* in the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine

Chikov I., Boiko I., Didenko I., Hravovyi V., Ischuk L.

The paper presents the results of phenological observations of *Schoenoplectiella mucronata* (L.) Jung & H.K. Choi, a species first introduced to the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The research was conducted over four years in the National Dendrological Park «Sofiyivka» of the National Academy of Sciences of Ukraine. For the first time, the peculiarities of the seasonal rhythm of plant development were clarified, and the dates of occurrence of individual phenophases and their duration were determined. It has been established that under conditions of introduction, plants sequentially undergo all the main phases of development, which are characterized by regular flowering, fruiting and the ability to self-seed. The vegetation period of *S. mucronata* begins on 9 May (σ - 2.29; V - 1.77 %) and ends on 1 November (σ - 5.21, V - 1.71 %), with a total duration of 175 days (σ - 10.47 days, V - 6%). Flowering occurs in late June – early August and lasts about 40 days (σ - 6.97, V - 17.44%). The fruits begin to ripen in late July and fall off on 6 October (σ - 6.80 days, V - 2.43%). Research has shown that despite its high conservation status in Ukraine, the species studied *ex situ* in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is characterised by high ecological plasticity and acclimatisation capacity.

Key words: rare plants, dendrological park, phenology, vegetation, flowering, ripening, fruiting

Chikov I.: <https://orcid.org/0000-0003-3209-6230>

Boiko I.: <https://orcid.org/0000-0002-4643-6315>

Didenko I.: <https://orcid.org/0000-0002-4198-3432>

Hravovyi V.: <https://orcid.org/0000-0001-7623-1874>

Ischuk L.: <https://orcid.org/0000-0003-2150-0672>

Вступ

Створення колекцій рідкісних та зникаючих рослин є одним із головних завдань ботанічних садів та установ які за своїми функціями прирівнюються до них (дендрологічні парки, дослідні станції та ін.) (Kuzemko et al. 2015). *Schoenoplectiella mucronata* (L.) Jung & H.K. Choi є досить рідкісним видом у флорі України є (Moisiienko et al. 2019; Danylyk, Olshanskyi 2021; Danylyk, Koorman 2023). Достовірно відомо лише про два місцезнаходження, одне з яких знаходиться на території Херсонської області (Moisiienko et al. 2019), а інше – на узбережжі Каховського водосховища (Karpova 2014). Відомості щодо культивування рослин в Правобережному Лісостепу України наразі відсутні.

В Україні *S. mucronata* включено до 3-го видання Червоної книги із статусом «вразливий» (Danylyk 2009). Вид охороняється також у сусідніх країнах, таких як: Хорватія (Nikoli, Topić 2005), Чехія (Plesnik, Chobot, 2017), Польща (Banaś, Kruk 2014). У Світовому Червоному списку МСОП (IUCN) та Європейському Червоному списку судинних рослин *S. mucronata* належить до соціологічної категорії LC (Least Concern), тобто глобально вид не вважається таким, що перебуває під загрозою зникнення, а в Україні належить до категорії VU (Vulnerable), що свідчить про його вразливість (Onyshchenko et al. 2022). Існують відомості про поширення *S. mucronata* як сегетального виду на порушених угіддях Італії, зокрема у монокультурних посівах рису (Vidotto, Ferrero 2013).

Такий неоднозначний статус *S. mucronata* в природних умовах та агроєкосистемах вимагає проведення різнобічних комплексних досліджень.

Вивченню *S. mucronata* присвячено ряд робіт зарубіжних та вітчизняних дослідників. Поширення виду з'ясовували у Східній Польщі (Rybak et al. 2016), Німеччині (Vollmann 1914; Nepp 1954), США (Smith, Yatskiyevych 1996). Визначали також антиоксидантний потенціал рослин (Islam et al. 2021), їх роль у фіторе mediaції ґрунту забрудненого бензином (Almansoori, Idris, 2014; Almansoori et al. 2020; Yavar et al. 2014; Purwanti et al. 2012; Purwanti et al. 2023). Досліджувались таксономічні (Oteng-Yeboah, 1972), анатомічні (Jung et al. 2008), цитологічні (Bir et al. 1991) та морфологічні особливості (Suhasti et al. 2021).

Колективом вітчизняних науковців приведено номенклатурну цитацію роду *Schoenoplectiella* (Danylyk, Koorman 2023), здійснено аналіз поширення *S. mucronata* в Україні, з'ясовано фітоценотичні й популяційні особливості

(Moisiienko et al. 2019; Danylyk, Olshanskyi 2021; Karpova 2014).

Але відомості щодо сезонного ритму розвитку *S. mucronata*, як важливого індикатора реакції на зміну кліматичних та екологічних факторів та основної характеристики адаптивних можливостей виду, досі залишаються неповними чи фрагментарними, а для окремих регіонів взагалі відсутні. Тому метою нашого дослідження стало саме з'ясування фенологічних особливостей *S. mucronata* при вирощуванні у Правобережному Лісостепу України.

Матеріал та методи

Дослідження проводилися на інтродукційній ділянці ім. М.М. Мітіна Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, впродовж 2020-2023 рр., де рослини *S. mucronata* ростуть компактною куртиною (Chikov 2016). Рослинний матеріал отримано у 2010 р. з Arboretum Bolestraszyce (Польща). Фенологічні спостереження проводили згідно методичних рекомендацій, укладених Г.В. Драбинюк (Metodychni ... 2016).

Характеризуючи сезонний ритм розвитку, встановлювали дати настання основних фенофаз, таких як: початок та кінець вегетації, бутонізація, початок та кінець цвітіння, його тривалість, початок дозрівання плодів та їх осипання, загальну тривалість вегетації. Аналіз погодних умов здійснювали на основі даних метеорологічної станції м. Умань Черкаської області (Рис. 1).

Статистичні обрахунки виконані з використанням програмного забезпечення *Microsoft Excel*.

Результати та обговорення

Початок вегетації *S. mucronata* зазвичай припадає на першу декаду травня, за середнього значення суми ефективних температур ($\Sigma t > 10^\circ\text{C}$) у $42,4^\circ\text{C}$ (Табл. 1).

На час досягнення вегетативними пагонами (Рис. 2) висоти у 10–15 см загроза пізніх весняних заморозків зазвичай вже минає, впродовж періоду спостережень жодного разу не фіксували їх ушкодження. Вимерзання рослин у зимовий період також не помічено.

Початок фенофази цвітіння коливався у межах сум ефективних температур ($\Sigma t > 10^\circ\text{C}$) від $375,9$ до $495,1^\circ\text{C}$, середнє значення за період досліджень становило $438,0^\circ\text{C}$.

Початок та кінець вегетації *S. mucronata* є досить стабільними та детермінованими (Табл. 2). Тривалість вегетації у середньому складає 175 днів ($\sigma = 10,47$ днів, $V = 6\%$).

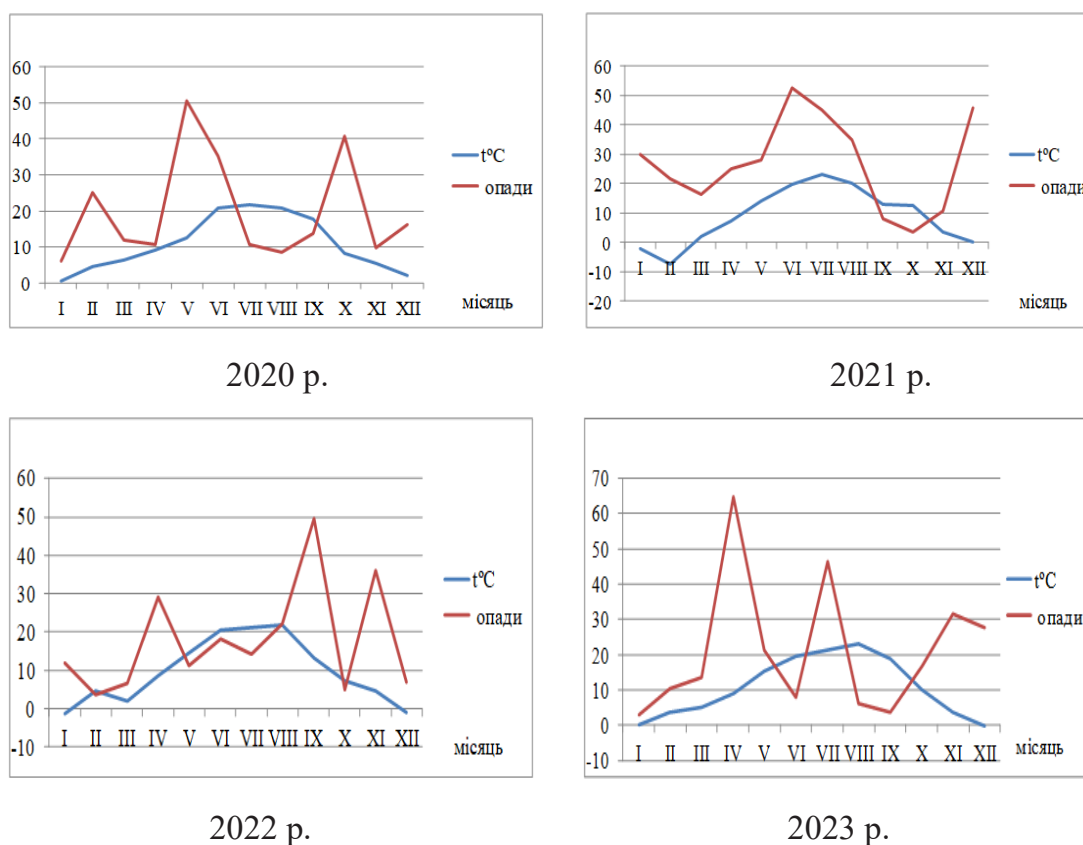


Рис. 1. Метеорологічні показники району досліджень (2020-2023 рр.)

Fig. 1. Meteorological indicators of the research area (2020-2023)



Рис. 2. Весняне відростання *S. mucronata*

Fig. 2. Spring regrowth of *S. mucronata*

Таблиця 1. Сума ефективних температур на початок вегетації та цвітіння *S. mucronata*

Table 1. Sum of effective temperatures at the beginning of vegetation and flowering of *S. mucronata*

Сума ефективних температур ($\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$)	рік				Середнє значення
	2020	2021	2022	2023	
початок вегетації	49,4	40,3	47,1	32,8	42,4
початок цвітіння	400,6	495,1	480,3	375,9	438,0

Середній початок фенофази цвітіння припадає на кінець червня (Рис. 3). Найбільш ранній його початок зафіксовано 22.06 (2023 р.), найбільш пізній – 07.07 (2021 р.). Середнє значення дати завершення цвітіння – 03.08. Найбільш ранній кінець цвітіння відмічаємо 24.07 (2023 р.), найбільш пізній – 15.08 (2020 р.). Тривалість цвітіння коливається у межах від 34 до 49 днів, середнє значення – 40 днів із високою мінливістю

($V = 17,44\%$). Порівняно з початком та кінцем вегетації, цвітіння *S. mucronata* є більш варіабельним та чутливим до погодних умов конкретного року спостережень.

Плоди починають дозрівати з кінця липня (середнє значення 25.07). Після дозрівання вони не осипаються одразу, а ще деякий час залишаються прикріпленими до квітконосів (Рис. 4).

Таблиця 2. Строки настання та тривалість основних фенофаз *S. mucronata*

Table 2. Dates of onset and duration of the main phenophases of *S. mucronata*

Фенофаза:	Рік, дата				x	σ	V, %
	2020	2021	2022	2023			
початок вегетації	05.05	11.05	09.05	12.05	09.05	2,29	1,77
бутонізація	03.06	28.06	10.06	01.06	10.06	10,47	6,47
початок цвітіння	27.06	07.07	01.07	22.06	29.06	5,41	3,00
кінець цвітіння	15.08	10.08	04.08	24.07	03.08	8,50	3,90
тривалість цвітіння (днів)	49	35	34	42	40	6,97	17,44
початок дозрівання плодів	27.07	29.07	01.08	10.07	25.07	8,64	4,20
початок осипання плодів	29.09	08.10	17.10	01.10	06.10	6,80	2,43
кінець вегетації	22.10	03.11	31.10	06.11	01.11	5,21	1,71
тривалість вегетації (днів)	160	177	176	185	175	10,47	6,00

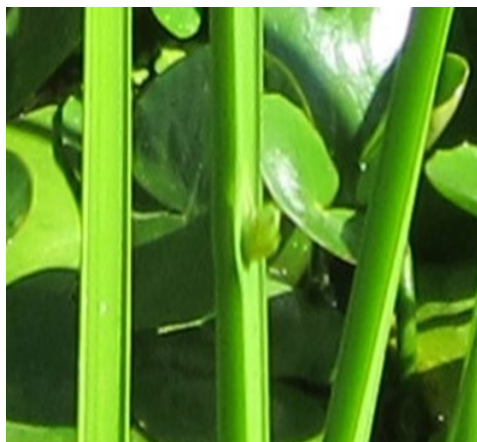


Рис. 3. Бутонізація та початок цвітіння *S. mucronata*

Fig. 3. Budding and beginning of flowering of *S. mucronata*



Рис. 4. Дозрівання та осипання плодів *S. mucronata*

Fig. 4. Ripening and shedding of *S. mucronata* fruits



Рис. 5. Самосів *S. mucronata*

Fig. 5. Self-seeding of *S. mucronata*

Початок осипання та розсіювання плодів припадає на жовтень, середнє значення становить 06.10. ($\sigma = 6,80$ днів, $V = 2,43\%$). Найбільш ран-

ній початок осипання зафіксовано 29.09. (2020 р.), найбільш пізній – 17.10. (2022 р.).

Слід зазначити, що насіння *S. mucronata* характеризується досить високою схожістю (75%) (Chikov 2013). Поблизу материнських рослин фіксуємо наявність значної кількості самосіву (Рис. 5), що є переконливим свідченням екологічної пластичності виду та здатності до адаптації в нових умовах.

Висновки

Результат дослідження сезонного ритму розвитку *S. mucronata* за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України показав, що вид відзначається високою екологічною пластичністю та здатністю до акліматизації. Завезені з Польщі рослини послідовно проходять усі основні фенологічні фази розвитку, характеризуються регулярним масовим цвітінням, яскравим плодоношенням та утворюють самосів.

- ALMANSOORY, A.F., IDRIS, M. (2014) Plant-microbe interaction of *Serratia marcescens* and *Scirpus mucronatus* on phytoremediation of gasoline contaminated soil. *International Journal of Chem Tech Research*, 6(1), 556-564.
- ALMANSOORY, A.F., IDRIS, M., ABDULLAH, S.R., ANUAR, S., KURNIAWAN, S.B. (2020) Response and capability of *Scirpus mucronatus* (L.) in phytoremediating petrol-contaminated soil. *Chemosphere*, 269, 1-9.
- BANAŚ, B., KRUK, J. (2014) *Schoenoplectus mucronatus*. In: *Polish Red Data Book of Plants. Pteridophytes and flowering plants*. R. Kaźmierczakowa, K. Zarzycki, Z. Mirek (Eds.) Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, pp. 663–664.
- BIR, S.S., CHEEMA, P., SIDHU, M. (1991) Cytological Observations on *Scirpus* Linn. From North India. *Cytology*, 56, 645-651.
- CHIKOV, I.V. (2013) Kultyvuvannya *Schoenoplectus mucronatus* (L.) Pall. v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Proceedings of V open congress of phytobiologists of Prychornomoria*. Kherson, Ukraine, 25, April, 2013, pp. 94. (in Ukrainian)
- CHIKOV, I.V. (2016) *Metodychni rekomendatsii z vyroshchuvannya dekoratyvnykh vodnykh ta pryberezhno-vodnykh roslyn u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy*. Palyvoda, Kyiv. pp. 60-62. (in Ukrainian)
- DANYLYK, I.M. (2009) KUHA HOSTROKINTSEVA *Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla (*Scirpus mucronatus* L.). In: *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit*. Ya.P. Didukh (Ed.). Hlobalkolsantynh, Kyiv. pp. 110. (in Ukrainian)
- DANYLYK, I.M., KOOPMAN, J. (2023) Cyperaceae of Ukraine: taxonomy and linear classification. *Phytotaxa*, 578(1), 93–111. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.578.1.5>
- DANYLYK, I.M., OLSHANSKYI, I.G. (2021) Synopsis of the order Juncales (Liliopsida) in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 29(4), 354–366. (in Ukrainian) <https://doi.org/0.15421/012145>
- HEPP, E. (1954) Neue Beobachtungen über die Phanerogamen- und Gefäßkryptogamenflora von Bayern VIII/1. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora*, 30, 37-44.
- ISLAM, M.R., ROY, D., NAHER, J. (2021) Antioxidant potential of aquatic plant *Scirpus mucronatus* found in water bodies of Dinajpur district, Bangladesh. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(6), 56-60. <https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i6a.14262>
- JUNG, J., LEE, S.C., CHOI, H.K. (2008) Anatomical Patterns of Aerenchyma in Aquatic and Wetland Plants. *Journal of Plant Biology*, 51(6), 428-439.
- KARPOVA, H.A. (2014) Zmina florystychnoho skladu vodno-bolotnykh uhid pid dieiu hlobalnykh zmin klimatu. *Proceedings of III International scientific round-table "Ekolohiia vodno-bolotnykh uhid i torfovyshch"*. Kyiv, Ukraine, 03, February, 2014. pp. 100-104. (in Ukrainian)
- KUZEMKO, A.A., DIDENKO, I.P., SHVETS, T.A.B. CHIKOV, I.V., DZHUS, L.L., CHEKANOV, M.M. (2015) *Ridnisni ta znykaiuchi vydy kolektsii travianystykh roslyn Natsionalnoho dendrolohichnoho parku «Softivka» NAN Ukrainy*. Palyvoda, Kyiv. pp. 4. (in Ukrainian)
- METODYCHNI REKOMENDATSII SHCHODO VEDENNIAFENOLOHICHNYKHSPOSTEREZHEN ZA ROSLYNAMY NA TERYTORII PRYRODNO-ZAPOVIDNOHO FONDU (2016) Rehionalnyi

- landshaftnyi park «Pryinhulskyi». Available at: <https://pryingul.inf.ua/articles/MR-fenolog-2016.pdf> (in Ukrainian)
- MOISIENKO, I.I., DANYLYK, I.M., MELNYK, R.P., SADOVA, O.F. (2019) *Schoenoplectiella mucronata* (Cyperaceae) u flori Ukrainy. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 76(1), 52-59. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.01.052>
- NIKOLI, T., TOPI, J. (2005) *Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske*. Ministarstvo kulture, Dr`avni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska. pp. 241-245.
- ONYSHCHENKO, V.A., MOSYAKIN, S.L., KOROTCHENKO, I.A., DANYLYK, I.M., BURLAKA, M.D., FEDORONCHUK, M.M., CHORNEY, I.I., KISH, R.YA., OLSHANSKYI, I.H., SHIYAN, N.M., ZHYGALOVA, S.L., TYMCHENKO, I.A., KOLOMIYCHUK, V.P., NOVIKOV, A.V., BOIKO, G.V., SHEVERA, M.V., PROTOPOPOVA, V.V. (2022) *IUCN Red List categories of vascular plant species of the Ukrainian flora*. V.A. Onyshchenko (Ed.). Kyiv. pp. 16. (in Ukrainian)
- OTENG-YEBOAH, A.A. (1972) Taxonomic studies in Cyperaceae-Cyperoideae. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh, 33(2). <https://doi.org/10.24823/nrbge.1974.2984>
- PLESNIK, J., CHOBOT, K. (2017) Červené seznamy a knihy jako významný přístup k hodnocení druhů a dalších vybraných složek biologické rozmanitosti. *Příroda*, 35, 6–3.
- PURWANTI, I.F., ABDULLAH, S.R., BASRI, H., MUKHLISIN, M., IDRIS, M., LATIF, M.T. (2012) Identification of diesel-tolerant rhizobacteria of *Scirpus mucronatus*. *African Journal of Microbiology Research*, 6(10), 2395-2402. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.1454>
- PURWANTI, I.F., ABDULLAH, S.R., HAMZAH, A., IDRIS, M., BASRI, H., LATIF, M.T., MUKHLISIN, M.K., KURNIAWAN, S.B., IMRON, M.F. (2023) Maximizing diesel removal from contaminated sand using *Scirpus mucronatus* and assessment of rhizobacteria addition effect. *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21737>
- RYBAK, M., GAŁKA, M., PEĆZUŁA, W. (2016) A new locality of endangered bog bulrush *Schoenoplectiella mucronata* (Cyperaceae) in the Eastern Poland. *Steciana*, 20(1), 15–19. <https://doi.org/10.12657/steciana.020.003>
- SMITH, S.G., YATSKIEVYCH, G. (1996) Notes on the genus *Scirpus* sensu lato in Missouri. *RHODORA*, 98(894), 168-179.
- SUHESTI, E., RATNANINGSIH, A. T., SUWARNO, E., EFFENDI, I. (2021) Morphological Study of Bog Bulrush (*Schoenoplectiella mucronata*) from Rokan Hulu, Riau, Indonesia. *The 9th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science. Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012004>
- VIDOTTO, F., FERRERO, A. (2013) Weed management in Italian rice fields. *Proceedings of “XIV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología”*, Valencia, Spain, 5-7, November, 2013. pp 139-144. <https://iris.unito.it/handle/2318/140139>
- VOLMANN, Fr. (1914) *Neue Beobachtungen über die Phanerogamen und Gefäßkryptogamenflora von Bayern*. 4, 109-144. Available at: https://www.zobodat.at/pdf/Berichte-Bayerischen-Bot-Ges-Erforschung-Flora_14_0109-0144.pdf
- YAVAR, A., IDAYA, A., SARMANI, S., HAMZAH, A., KHOOA, K. S. (2014) Effect of Bacterium on Phytoremediation of *Scirpus mucronatus* Planted in Lead-Contaminated Soil. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(3), 65-72.

Дата першого надходження статті до видання: 04.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



ОХОРОНА СОЗОФІТІВ ЗА УМОВ АБСОЛЮТНОГО ЗАПОВІДАННЯ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ КАНІВСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА)

Василь ШЕВЧИК, Микола БОРИСЕНКО, Володимир ПИЛИПЕНКО

Резерватогенні сукцесії, що мають місце на абсолютно заповідних територіях, призводять до різномасштабних і різноякісних змін лісової, степової, лучної та болотної рослинності. Результат цього процесу досить часто суперечать багатьом цільовим задачам природо-заповідних територій. Зокрема в ході моніторингу за популяціями охоронюваних видів судинних рослин у Канівському природному заповіднику та встановлено конкретні факти зникнення їх окремих популяцій. Найбільш вразливими виявляються малочисельні популяції, представлені поодинокими особинами (*Cephalanthera rubra*, *Huperzia selago*), які гинуть одними із перших. Через зміни розрідженої чагарникової рослинності на тінистих лісових ценозах та, відповідно, зменшення освітлення нижніх ярусів і докорінної зміни ґрунтово-гідрологічних умов оселищ на одній із ділянок відбулось зникнення популяцій трьох видів (*Dactylorhiza incarnata*, *Liparis loeselii*, *Neottia ovata*). Через розростання *Amorpha fruticosa* повністю була елімінована локальна популяція *Anacamptis palustris*. Логічною є пропозиція визначення природоохоронних пріоритетів для різних ділянок заповідника в межах природно-заповідних об'єктів і, відповідно, розробка різних заходів їх менеджменту. Цілком ефективними заходами із менеджменту цих ділянок є такі як проведення адекватних регуляторних впливів на оселища (вирубка деревної рослинності із наступним викошуванням, механічне видалення адвентивних видів, науково-обґрунтований, регульований випас худоби в господарських зонах та у відповідних біотопах (трав'янисті ценози) заповідних зон, розсаджування загущеного самосіву созофітів у відповідні для їх подальшого розвитку оселища, своєчасне перенесення частини популяції у відповідні для їх тривалого зростання оселища). В той же час, для роботи із об'єктами Червоної книги України за процедурою згідно Закону України «Про Червону книгу України» передбачена необхідність дозвільних документів центрального органу виконавчої влади на підставі рішення Національного комітету з питань ЧКУ. На практиці такий підхід значно сповільнює проведення відповідних робіт і фактично блокує можливість прояву будь-якої своєчасної ініціативи в умовах природоохоронних територій. В цьому відношенні очевидно є необхідність внесення змін у Закон України «Про природно-заповідний фонд» про надання всіх повноважень установам природно-заповідного фонду щодо застосування активних форм охорони рослин, зокрема і щодо репатріації їх популяцій.

Ключові слова: абсолютна заповідність, охорона рослин, менеджмент популяцій, законодавство, Середнє Придніпров'я, Черкаська область.

Канівський природний заповідник, ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Шевченка, 108, Канів, Черкаська обл., 19000, Україна; e-mail: shewol@ukr.net, mborysenko2905@gmail.com, volodymyr.pylypenko@knu.ua

Шевчик В.: <https://orcid.org/0000-0001-5981-3776>

Борисенко М.: <https://orcid.org/0000-0002-9352-8706>

Пилипенко В.: <https://orcid.org/0000-0001-9671-8321>

Conservation of rare and protected plant species under a strict non-intervention regime: problems and possible solutions (a case study of the Kaniv Nature Reserve)

Shevchyk V., Borysenko M., Pylypenko V.

The successions caused by protecting natural areas that occur in absolutely protected areas lead to various-scale and various-qualitative changes in forest, steppe, meadow, and swamp vegetation. The results of this process quite often contradict many of the objectives of nature reserves. In particular, when monitoring populations of protected vascular plant species in the Kaniv Nature Reserve facts of the disappearance of their individual populations were detected. The most vulnerable populations are represented by single individuals (*Cephalanthera rubra*, *Huperzia selago*), which are among the first to disappear. Due to the change of sparse shrub vegetation to shady forest plant communities, the reduction of illumination of the lower layers of the ecosystem, and a radical change in soil and hydrological conditions of habitats, populations of three species (*Dactylorhiza incarnata*, *Liparis loeselii*, *Neottia*

ovata) disappeared in one of the sites. Due to the growth of *Amorpha fruticosa*, the local population of *Anacamptis palustris*. Chase was completely eliminated. It can be proposed the definition of conservation priorities for different areas within nature reserves and, the development of various management measures. Quite effective measures for the management of these areas include adequate regulatory impacts on habitats (cutting down woody vegetation with subsequent mowing, mechanical removal of invasive species, scientifically based, regulated, limited grazing of livestock in developed lands and the natural lands (grasslands) of protected areas, dissemination of thickened self-seeding of rare and protected plant species in habitats suitable for their further development, timely transfer of part of the population to habitats suitable for their long-term growth). At the same time, working with species included in the Red Data Book of Ukraine according to the procedure established by the Law requires the need for permits from the government based on the decision of the National Committee on the Red Data Book of Ukraine. In practice, this approach significantly slows down the implementation of relevant work and blocks the possibility of any timely initiative on the ground. In this regard, it is obvious that amendments to the Law of Ukraine "On the Nature Reserve Fund" are needed to grant possibilities to the administrations of the protected areas to apply active forms of plant protection, including the repatriation of their populations.

Key words: absolutely protected areas, protection of plant species, population management, legislation.

Kaniv Nature Reserve, Shevchenko St., 108, Kaniv, 19000, Ukraine; e-mail: shewol@ukr.net, mborysenko2905@gmail.com, volodymyr.pylypenko@knu.ua

Shevchyk V.: <https://orcid.org/0000-0001-5981-3776>

Borysenko M.: <https://orcid.org/0000-0002-9352-8706>

Pylypenko V.: <https://orcid.org/0000-0001-9671-8321>

Вступ

В основі концепції абсолютної заповідності лежить ідея строгої, довічної відсутності будь-якого господарського втручання на великих ділянках незайманої природи в оточенні особливих охоронних зон (Kozhevnykov 1992). Однією із спроб реалізації цієї концепції в практиці природоохоронної роботи в Україні є діюча мережа природних заповідників, заповідних урочищ, заповідних зон біосферних заповідників, національних природних парків та регіональних ландшафтних парків (Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy 1992). Характерними рисами багатьох із таких територій є їх фрагментарність, недостатньо великі площі, відсутність достатніх площ охоронних зон, вторинний характер рослинного покриву та синантропізація флори, функціональна неповночленність екосистем. Таким чином нинішній стан цієї мережі далеко не завжди узгоджується із концепцією абсолютної заповідності. На основі аналізу широкої бази даних та узагальнення літературних джерел із різних регіонів зроблено висновок, що формування мережі природоохоронних територій за умов неможливості охоплення нею ряду екологічних процесів, які визначають формування цілого переліку біотопів та забезпечують механізми поширення діаспор не може в глобальному масштабі вирішити проблеми збереження біорізноманіття. (Mora, Sale 2011). В умовах заповідного режиму мають місце резерватогенні сукцесії, результатом яких є різномасштабні і різноякісні зміни лісової, степової, лучної та болотної рослинності. Типовим напрямком цих змін на суходільних безлісних ділянках навіть у степовій зоні є демуатація чагарникової та лісової рослинності (Tkachenko, Nenov 1988). На абсолютно заповідних лісових

ділянках мають місце кілька варіантів трансформації лісових біоценозів (Ustymenko et al. 2019). Найчастіше результати цього процесу суперечать багатьом цільовим задачам природо-заповідних територій (Lysenko 2009; Dubyna, Ustymenko 2015; Okhrimenko et al. 2019). Прикладом таких суперечностей є зникання популяцій охоронюваних видів рослин (созофітів) на природоохоронних територіях. Підстави для ствердження таких проявів дає багаторічний досвід спостережень популяцій созофітів у Канівському природному заповіднику. Висвітлення наслідків впливу заповідного режиму на природні комплекси та прояви небажаних явищ на природо-заповідних територіях, є достатньо актуальним для розуміння причин цих явищ та удосконалення самої системи охорони природи.

Матеріали і методи

Дані про стан популяцій созофітів отримані в ході збору інформації для написання щорічних томів Літопису природи Канівського природного заповідника у період 1995-2025 роки. До складу території заповідника входять ділянки, що репрезентують різні терасові рівні Дніпра. Це в значній мірі визначає високий рівень багатства флори цієї території (Shevchyk 1995). Водночас, незначні розміри цих ділянок не забезпечують можливості прояву повноти природної динаміки їх екосистем. Це в значній мірі обмежує можливості ротації поколінь в рослинних популяціях і визначає обмеженість можливостей їх розширеного відтворення та існування в часі на цій території. Розширена характеристика природних умов Канівського природного заповідника наводиться в літературі (Shevchyk 2012). Зважаючи на охоронюваний статус видів рослин проводили лише окомірну оцінку стану відповідних

модельних популяцій. Зокрема впродовж вегетаційних сезонів щороку робили обстеження відповідних місцезростань созофітів в межах правобережного масиву заповідника, в урочищі Зміїні острови та на заплавлених територіях Дніпра. Насамперед фіксували чисельність надземних пагонів. Для окремих видів поводити обліки співвідношення генеративних та до-генеративних пагонів. Дані про стан обстежених популяцій приводяться у відповідних розділах Літопису природи Канівського природного заповідника за вказані роки спостережень.

Результати

В ході моніторингу за популяціями созофітів у Канівському природному заповіднику та на прилеглих територіях Черкаської та Київської областей встановлено конкретні факти зникнення їх окремих локальних популяцій. Найбільш вразливими є малочисельні популяції, представлені поодинокими особинами. Так, в результаті неодноразових обстежень єдиного для території заповідника місцезростання *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., виявленого ще в кінці XX ст. у грабовому лісі заповідника (Liubchenko et al. 1991) встановлено ймовірне зникнення тут цього виду рослин. Найбільш ймовірною причиною елімінації популяції є зміна геміскіофітних (слабко-тінистих) умов оселища у яких вид був представлений поодинокими особинами (Liubchenko 1980) на ультраскіофітні (надмірно-тінисті) в результаті розростання підлісково-чагарникового ярусу з високою участю *Acer platanoides* L., *Sambucus nigra* L.

Наразі можна констатувати факт зникнення локальних популяцій чотирьох видів созофітів, виявлених літом 1996 р. на прилеглій до урочища Зміїні острови ділянці намитой дамби (Shevchyk, Bakalyna 1997). Так, на час первинного обстеження тут були добре представлені популяції таких видів як *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Neottia ovata* (L.), Bluff & Fingerh. Рослинний покрив перебував на початкових етапах розвитку чагарниково-трав'янистих угруповань, де були розвинуті зарості *Amorpha fruticosa* L. (зімкнутість 0,6). Поодинокі зустрічались *Acer negundo* L., *Betula pendula* Roth., *Pinus sylvestris* L., *Populus tremula* L., *Salix acutifolia* Vild., *S. caprea* L., *S. cinerea* L. В трав'яному ярусі (покриття 40–50 %) співдомінували *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. та *Carex colchica* J. Gay. Зустрічались також *Achillea collina* (Wirtg.) Becker ex Heimerl, *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Carex acuta* L., *C. contigua* Hoppe, *C. hirta* L., *Dactylis glomerata* L., *Equisetum palustre* L., *Juncus effusus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Lythrum virgatum* L., *Luzula campestris* (L.) DC, *Oenothera biennis* L., *Poa pratensis* L., *Potentilla anserina* L.

Станом на 2025 р. на цій ділянці сформувався деревостан із вказаних порід зімкнутістю

0,8-0,9 та ярус підліску (0,3-0,5), а натомість розрідился трав'яний ярус (10-20 %). В результаті цього значно зменшився рівень забезпеченості світлом нижніх ярусів та докорінно змінились ґрунтово-гідрологічні умови оселища. Через це повністю зникли вказані созофіти. Причиною загибелі одного клону *Huperzia selago*, була активна діяльність бобрів механічно знищений при транспортуванні бобрами гілок у 2002 р.). Інший клон загинув по причині погіршення ґрунтово-гідрологічних умов місцезростання під час тривалого засушливого періоду (зафіксовано засихання в 2006 р.). Щодо елімінації популяцій трьох видів орхідей на цій ділянці (Рис. 1) закономірним було першочергове зникнення особин найбільш світлолюбного виду *Liparis loeselii* та наступне – двох інших орхідей, які мають значно ширший діапазон толерантності до умов освітлення (Didukh 2011).

Внаслідок формування щільних заростей *Amorpha fruticosa* на заплавлених лучних ділянках острова Шелестів Канівського заповідника зникла одна із локальних популяцій *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase окремі особини якого спостерігались востаннє у 2008 р.

Наведені приклади доказують невідповідність режиму абсолютної заповідності для збереження окремих видів біоти, а відповідно охорони видового та ценотичного різноманіття у межах природоохоронних територій. Логічним способом узгодження багатоцільових завдань, які ставляться законодавством, є пропозиція визначення созологічних пріоритетів (Onyshchenko 1999) для різних ділянок в межах природно-заповідних об'єктів, і, відповідно розробка різних заходів їх менеджменту. Зокрема саме таким чином можна запобігти втраті місцезростань созофітів і на абсолютно заповідних територіях. На наш погляд цілком ефективними заходами із менеджменту цих ділянок є такі як проведення різного роду адекватних ценозокорекційних впливів на оселища (вирубка деревної рослинності із наступним викошуванням, механічне видалення адвентивних видів, регульований та науково-обґрунтований та обмежений випас худоби в господарських зонах та у відповідних біотопах (трав'янисті ценози) заповідних зон, розсаджування загущеного самосіву созофітів у відповідні для їх подальшого розвитку оселища). Одним із досить перспективних напрямків менеджменту таких територій у Європі є заходи по відновленню і стабілізації біотопів квазі-природних пасовищ (Nitsch et al. 2012). У випадку неможливості, або очевидної неефективності таких заходів необхідне своєчасне перенесення частини популяції у відповідні для їх тривалого зростання оселища.

Із досвіду спостережень за модельними популяціями созофітів на території Канівського

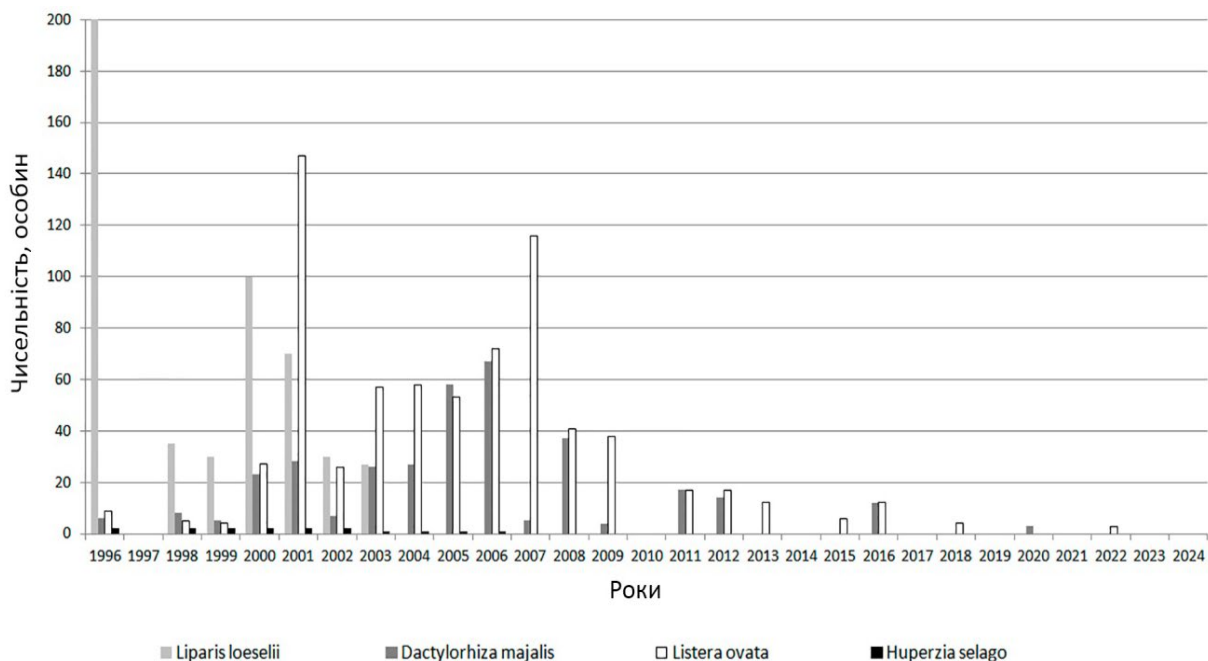


Рис. 1. Зміна чисельності особин у модельних популяціях *Dactylorhiza incarnata*, *Huperzia selago*, *Liparis loeselii*, *Neottia ovata* на ділянці намиті дамба біля урочища Зміїні Острови Канівського природного заповідника (49,846° Пн. ш., 31,547° Сх. д.).

Fig. 1. Change in the number of individuals in model populations of *Dactylorhiza incarnata*, *Huperzia selago*, *Liparis loeselii*, *Neottia ovata* on the washed-out dam near the area Zmiini Ostrovy of the Kaniv Nature Reserve (49,846° N, 31,547° E).

природного заповідника та прилеглих територій відомі випадки загибелі частини популяцій созофітів у зв'язку із зсувами схилів (*Polystichum aculeatum* (L.) Roth), діяльністю диких тварин (*Galanthus nivalis* L., *Huperzia selago*), масової загибелі сіянців під час тривалих посушливих періодів (*Scrophularia vernalis* L.). Очевидною є доцільність використання посадкового та посівного матеріалу в таких випадках із місцевих популяцій для репатріації созофітів у відповідні для їх зростання біотопи цього ж регіону. В більшості аспектів можна погодитись із критикою дилетантських підходів щодо реінтродукційних робіт (Kagalo et al. 2022), але не у випадку відновлення приречених популяцій созофітів матеріалом *in situ* в умовах *in situ*. Саме в таких загрозливих випадках потенційної або реальної втрати популяцій рідкісних рослин немає критичної необхідності «ретельної генетичної ідентифікації реінтродукційного чи репатріаційного матеріалу» (Kagalo et al. 2022, с. 115).

В той же час, для роботи із об'єктами Червоної книги України за процедурою згідно Закону України «Про Червону книгу України» передбачається необхідність дозвільних документів центрального органу виконавчої влади на під-

ставі рішення Національного комітету з питань Червоної книги України. На практиці такий підхід фактично блокує можливість прояву будь-якої ініціативи на місцях, щодо своєчасного проведення відповідних заходів із менеджменту популяцій созофітів. В цьому відношенні, на нашу думку, очевидно є необхідність внесення змін у Закон України «Про природно-заповідний фонд» про надання всіх повноважень науково-технічним та вченим радам відповідних установ природно-заповідного фонду щодо застосування активних форм охорони популяцій созофітів в межах їх територій, зокрема і щодо репатріації їх популяцій.

Висновки

Режим абсолютної заповідності на невеликих за площами ділянках де наявні популяції созофітів природного походження не можна вважати способом їх ефективної охорони. Для попередження втрат таких популяцій необхідні дієві заходи активної охорони. Положення сучасного Законодавства України, що стосуються об'єктів Червоної книги України в більшій мірі обмежують, ніж стимулюють прояви своєчасної ініціативи активної охорони созофітів на місцях. Очевидною є потреба удосконалення цих положень Закону України.

- DIDUKH, Ya.P. (2011) *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Phytosociocentre, Kyiv.
- DUBYNA D.V., USTYMENKO P.M. (2015) Kliuchovi terytorii perspektyvnoi ekomerezhi Lisostepu Ukrainy: osnovni zahrozy rarytetnoi fitotsenoziv [Key areas of perspective ecological network in Forest-Steppe of Ukraine: the main threats to rare phytocenodiversity]. *Ukrainian Botanical Journal*, 72(4), 303–309. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/ukrbotj72.04.303>
- KAGALO A.A., SYTSCHAK N.N., OMELCHUK O.S. (2022) Repatriatsiia ta reintroduktsiia okhoroniuваних видів рослин – chy ne vystelena "dobrymy" namiramy doroha do pekla? [Repatriation and reintroduction of protected plant species – is the road to hell paved with these good intentions?]. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(2), 114–119. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.02.114>
- KOZHEVNYKOV H. A. (1992) O nieobkhodimosti ustroistva zapovednykh uchastkov dlia okhrany russkoi prirody [On the need to establish protected areas for the protection of Russian nature]. *Okhota i okhrana prirody*, 1, 135–147. (in Russian)
- LIUBCHENKO V.M. (1980) Novi mistseozostannia ridskykh orkidnykh u Serednomu Prydniprovii [New rare orchid habitats in the Middle Prydniprovii]. *Ukrainian Botanical Journal*, 37(1), 95–96. (in Ukrainian)
- LIUBCHENKO V.M., BAKALYNA L.V., VOITIUK Yu.O., SHEVCHYK V.L. (1991) Stan okhorony vydiv roslin, zanesenykh do Chervonykh knyh u Kanivskomu derzhavnomu zapovidnyku [The state of conservation of plant species listed in the Red data books in the Kaniv State Reserve]. *Ukrainian Botanical Journal*, 48(1), 79–83. (in Ukrainian)
- LYSENKO H.M. (2009) Zminy velychyn edafichnykh faktoriv "Striletskoho stepu" pid vplyvom riznykh rezhymiv zapovidannia [Effects of different conservational regimes on edaphic factors changes in "Striletskiy step" reserve]. *Chornomorski botanical journal*, 5(3), 416–426. (in Ukrainian)
- MORA C., SALE P. (2011) Ongoing global biodiversity loss and the need to move beyond protected areas: A review of the technical and practical shortcomings of protected areas on land and sea. *Marine Ecology Progress Series*, 434, 251–266. <https://doi.org/10.3354/meps09214>
- NITSCH H., OSTERBURG B., ROGGENDORF W., LAGNER B. (2012) Cross compliance and the protection of grassland – Illustrative analyses of land use transitions between permanent grassland and arable land in German regions. *Land Use Policy*, 29, 440–448. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.09.001>
- OKHRIMENKO S.H., SHELEHEDA O.R., TKACH YE.D. (2019) Rezervatohenni suksesii psamofitnoho stepu ostrova Khortytsia [Reservatogenic successions of the psammophyte steppe on the island of Khortytsia]. *Agroecological journal*, 1, 90–96. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163270>
- ONYSHCHENKO V.A. (1999) Sozologichnyi priorytet yak osnova rezhymu pryrodno-zapovidnykh terytorii [Sozological priority as the basis of the regime of nature reserves]. Nature reserves in Ukraine at the turn of the millennium (current status, problems and development strategy). *Proceedings of the All-Ukrainian General Theoretical and Scientific-Practical Conference*. Kaniv, Ukraine, October 11–14, 1999, pp. 17–20. (in Ukrainian)
- PRO PRYRODNO-ZAPOVIDNYI FOND UKRAINY: Zakon Ukrainy vid 16.06.1992 №2456-XII, stanom na 10.02.2026. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>
- SHEVCHYK V.L. (1995) Osoblyvosti florystychnykh kompleksiv trokh terasovykh rivniv r. Dnipro v mezhakh Kanivskoho zapovidnyka [Peculiarities of floristic complexes of three terraced levels of the Dnipro River within the Kaniv Nature Reserve]. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 1, 4–6. (in Ukrainian)
- SHEVCHYK V.L. (2012) *Kanivskiy pryrodnyi zapovidnyk* [Kaniv Nature Reserve]. Fitoriznomanittia zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy. Vol. 1. Biosferni zapovidnyky. Pryrodni zapovidnyky. Fitosotsiotsentr, Kyiv, pp. 151–170. (in Ukrainian)
- SHEVCHYK V.L., BAKALYNA L.V. (1997) Unikalne mistseozostannia ridskykh vydiv roslin na Zmiinykh ostrovakh (Kanivskiy pryrodnyi zapovidnyk, Ukraina) [The unique habitat of rare plant species on the Zmiini Islands (Kaniv Nature Reserve, Ukraine)]. *Nature Reserves in Ukraine*, 3(1), 20–22 (in Ukrainian)
- TKACHENKO V.S., HENOV A.P. (1988) Rezervatni zminy roslinnosti na absoliutno zapovidnii diliansi Khomutovskoho stepu (URSР) [Reserve vegetation changes in the absolutely protected area of the Khomutovs'kyi Steppe reserve]. *Ukrainian Botanical Journal*, 45(4), 27–32. (in Ukrainian)
- USTYMENKO P.M., POPOVYCH S.YU., DUBYNA D.V. (2019) Suchasni tendentsii dynamiky rarytetnykh fitotsenoziv Ukrainy ta zmina paradyhmy absoliutnoi zapovidnosti [Current trends in the dynamics of rare phytocoenoses in Ukraine and modification of the concept of absolute conservation]. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(5), 434–444. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.05.434>

Дата першого надходження статті до видання: 07.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 26.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



МІКРОБІОМ РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ ЙОГО ДІАГНОСТИКИ

Світлана ШУБА¹, Ольга СІДАШЕНКО¹, Ірина СОКОЛОВА²

Мікроорганізми відіграють величезну роль у житті людини, вступаючи у різного виду взаємовідносини та здійснюючи як позитивний, так і негативний вплив на здоров'я й довголіття. З одного боку, мікрофлора забезпечує захист та цілісність організму, а з іншого – може нанести шкоду, провокуючи патологічні стани. Сьогодні надзвичайно актуальним напрямком є вивчення мікробіому людини, що представляє собою сукупність динамічних мікробних асоціацій, які населяють різні анатомічні ділянки тіла та колонізують усі можливі поверхні. Незважаючи на значні досягнення науки та останні інноваційні технології, дане питання залишається відкритим і потребує подальшого глибокого вивчення й персоналізації.

Ротова порожнина – це відкрита екосистема, мікробіом якої є складним, багатокомпонентним, де співіснують бактерії, гриби, віруси та археї, об'єднані у полімікробні біоплівки. Відомо, що оральний мікробіом відіграє важливу роль у здоров'ї не лише власне ротової порожнини, забезпечуючи її стійкість до різних факторів зовнішнього середовища, але й впливає на інші системи та органи, тому вивчення формування та поступових змін мікробної спільноти на слизових оболонках рота є важливим та актуальним, так як лежить в основі розуміння цілісності мікробіому людини. У зв'язку з цим, окремої уваги потребують методи дослідження мікробіому ротової порожнини – від класичних культуральних і біохімічних підходів до нових молекулярно-генетичних та постгеномних технологій. Відомо, що традиційні методи мають ряд обмежень, тоді як застосування полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), секвенування генів 16S рРНК, технології NGS і метагеноміки забезпечують краще розуміння структури та функціональної активності мікробних асоціацій. Але, на жаль, вони не досконалі й також мають недоліки, що пов'язано з унікальністю та особливостями живих організмів. Окремо потрібно сказати за використання в якості моделі germ-free тварин, які допомагають досліджувати мікробіом.

Ключові слова: біоплівка, мікроорганізми, оральна мікрофлора, традиційні методи, ПЛР, секвенування гена 16S рРНК, технології NGS.

¹Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», просп. Дмитра Яворницького, 19, Дніпро, 49005, Україна; e-mail: sidashenko.o.i@ntu.one, ShubaS.S.@ntu.one

²Кафедра мікробіології, вірусології, імунології та епідеміології, Дніпровський державний медичний університет, вул. Володимира Вернадського, 9, Дніпро, 49044, Україна; e-mail: sokolovairina838@gmail.com
Сідашенко О.: <https://orcid.org/0000-0003-2750-026X>

Соколова І.: <https://orcid.org/0000-0001-7784-607X>

Шуба С.: <https://orcid.org/0009-0006-0974-4649>

The oral microbiome and modern diagnostic methods

Shuba S.¹, Sidashenko O.¹, Sokolova I.²

Microorganisms play a huge role in human life, entering into various types of relationships and exerting both positive and negative effects on health and longevity. On the one hand, microflora provides protection and integrity to the body, and on the other hand, it can cause harm by provoking pathological conditions.

Today, a highly relevant area of research is the study of the human microbiome. Human microbiome is a collection of dynamic microbial associations that inhabit various anatomical areas of the body and colonize all possible surfaces. Despite significant scientific achievements and the latest innovative technologies, this issue remains open and requires further in-depth study and personalization.

The oral cavity is an open ecosystem characterized by a complex, multicomponent microbiome, in which bacteria, fungi, viruses, and archaea coexist within polymicrobial biofilms. It is well established that the oral microbiome plays an important role not only in maintaining oral health by ensuring resistance to various environmental factors, but also in influencing other organs and body systems. Therefore, studying the formation and gradual changes of microbial communities on the oral mucosa is both important and relevant, as it underlies a comprehensive

understanding of the human microbiome as a whole. Overall, methods for studying the oral microbiome deserve special attention – from classic cultural and biochemical approaches to new molecular-genetic and post-genomic technologies. As is well known, traditional methods have a several limitations. The refore polymerase chain reaction (PCR), 16S rRNA gene sequencing, next-generation sequencing (NGS), and metagenomics provide a deeper understanding of the structure and functional activity of microbial communities. Unfortunately, modern methods are not perfect and also have shortcomings due to the uniqueness and peculiarities of living organisms. Separately, it is necessary to mention the use of germ-free animals as models, which help to study the microbiome.

Key words: *biofilm, microorganisms, oral microflora, traditional methods, PCR, 16S rRNA gene sequencing, NGS technologies.*

¹*Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, Dnipro University of Technology, 19 Dmytra Yavornytskoho Ave., Dnipro, 49005, Ukraine; e-mail: sidashenko.o.i@nmu.one, ShubaS.S.@nmu.one*

²*Department of Microbiology, Virology, Immunology, and Epidemiology, Dnipro State Medical University, 9, Volodymyra Vernadskoho St., Dnipro, 49044, Ukraine; e-mail: sokolovairina838@gmail.com*

Sidashenko O.: <https://orcid.org/0000-0003-2750-026X>

Sokolova I.: <https://orcid.org/0000-0001-7784-607X>

Shuba S.: <https://orcid.org/0009-0006-0974-4649>

Вступ

Сьогодні беззаперечним фактом є те, що мікробіом людини – це один із основних факторів, що впливає на якість та тривалість її життя. Ще під час внутрішньоутробного розвитку, організм виявляє схильність до колонізації певною специфічною мікрофлорою, а після народження – починає активно формуватися власний мікробіом.

З раннього дитинства людський організм населений різноманітними мікроорганізмами, що складається з представників бактерій, грибів, вірусів і архей, які формують мікробіом (Meleshko et al. 2022).

Мікробіом людини – це сукупність мікробіоценозів, які колонізують усі поверхні людського тіла, а також шкіру, шлунково-кишковий тракт, дихальну та сечостатеву систему. Ці мікроорганізми виконують ряд надважливих функцій, необхідних для підтримання гомеостазу (Farooui, Farooui 2021).

Ротова порожнина – це одна з найбільш вивчених мікробних екосистем в організмі людини. Вона є середовищем існування для понад 700 видів мікроорганізмів, включаючи бактерії (аеробні та анаеробні), гриби, археї, найпростіші та віруси (Radaic, Kapila 2021). Ці мікроорганізми колонізують як абіотичні поверхні (зуби, зубні імплантати), так і біотичні середовища (поверхня язика, тверде та м'яке піднебіння, ясна, слизова оболонка щік, мигдалики та альвеолярна слизова оболонка).

Під'ясенна щілина забезпечує близько 12 см² площі поверхні, яка є доступною для колонізації бактеріями, тоді як розміри слизової оболонки рота становлять понад 200 см². Загалом, ніші для колонізації ротової порожнини утворюють про-

стір, більший за площу долоні, тому така анатомічна структура забезпечує гетерогенні середовища існування для різних мікробних спільнот (McGrath et al. 2023; Alrashdan et al. 2023).

Слина та рідина ясенної борозенки забезпечують тепле та вологе середовище, а також містять поживні речовини, отримані від хазяїна – ферменти, білки та глікопротеїни, що сприяють росту мікроорганізмів і формуванню мікрофлори. До їх складу входять антимікробні компоненти для пригнічення видів, що виступають контамінантами. Вважається, що слизові оболонки рота, омیتі слиною, містять до 10⁸ мікроорганізмів/мл (Pathak et al. 2021).

Нормальна мікрофлора ротової порожнини підтримує гомеостаз організму, бере участь у розвитку локальної імунної системи, впливає на формування фізіологічного запалення, забезпечує процес самоочищення, а також синтезує важливі метаболіти (наприклад, вітамінами). Завдяки антагоністичній активності вона пригнічує патогенні види, конкуруючи за поживні ресурси, регулюючи рН і утворюючи бактерицидні сполуки.

Унікальний симбіоз та чітко координована взаємодія між імунною системою хазяїна та мікрофлорою ротової порожнини забезпечують захист слизової оболонки від появи різних патологічних станів, незважаючи на щільну та різноманітну мікробну біоплівку (Pathak et al. 2021).

Стан дисбактеріозу – порушення рівноваги між коменсальними та умовно-патогенними мікроорганізмами, є ключовим етіологічним чинником розвитку найпоширеніших стоматологічних захворювань: карієсу, гінгівіту, пародонтиту та орального кандидозу. Оральний дисбіоз також асоціюється з підвищеним ризиком системних захворювань, включаючи серцево-судинні хво-

роби, цукровий діабет II типу, злоякісні новоутворення ротоглотки та нейродегенеративні порушення (хвороба Альцгеймера) (Pathak et al. 2021).

Дослідження мікробіому, його ролі у патогенезі стоматологічних та системних захворювань є надзвичайно актуальними, так як відкривають нові перспективи для створення ефективних профілактичних і терапевтичних стратегій.

У зв'язку з вище сказаним, метою роботи було проаналізувати сучасні літературні дані за останні п'ять років щодо складу, формування мікробіому ротової порожнини та методів його дослідження.

Матеріали

Матеріалами для роботи послуговували вітчизняні та іноземні сучасні наукові праці, що стосувалися вивчення і дослідження мікробіому ротової порожнини та мікрофлори організму людини загалом.

Обговорення

Загальна характеристика особливостей мікробіому ротової порожнини людини. Ротова порожнина – це відкрита система, яка виступає вхідними воротами до організму, тому її мікробіом постійно піддається змінам, що виникають внаслідок споживання їжі, дотримання правил гігієни та особливостей способу життя (Radaic, Kapila 2021).

Мікробіом ротової порожнини дорослої людини, що представлений біоплівкою, стабільний та формується протягом першого року життя. Завдяки активній взаємодії між імунними клітинами та мікроорганізмами забезпечується гомеостаз. Сформована місцева імунна система розвиває толерантність до резидентного мікробіому та разом з міжбактеріальними взаємодіями, наділяє дану відкриту екосистему здатністю протистояти змінам і виявляти стійкість до негативних факторів. Встановлено, що після звичайного профілактичного відвідування стоматолога мікробіом ротової порожнини повертається до попереднього стану, а під'ясенна та над'ясенна біоплівки відтворюють майже до 90 % своєї початкової композиційної структури після повторних епізодів гінгівіту.

З огляду на результати, які наведено на Human Oral Microbiome Database (eHOMD), мікрофлора ротової порожнини також включає бактерії шлунково-кишкового тракту та носової порожнини. Серед них лише 49 % ідентифіковано до виду (Voorhis et al. n.d.), тобто більше половини залишаються невідомими науці.

Етапи формування та склад мікробіому ротової порожнини. Питання формування мікробіому людини залишається дискусійним, але вже є певні загальновизнані напрацювання з цього напрямку. Формування неонатальної мікрофлори складає основу для подальшої колонізації певними мікроорганізмами, призводить до становлення більш складного і стабільного мікробіому в старшому віці, стимулює імунну систему, забезпечує захист від потенційних патогенів, модулює розвиток метаболізму та неврологічної функції, впливаючи на здоров'я новонародженого і певної схильності до захворювань у майбутньому (Kim et al. 2024).

Власне формування мікробіому ротової порожнини розпочинається ще до народження за рахунок мікроорганізмів амніотичної рідини та плаценти. Первинний оральний мікробіом найбільш подібний до мікробіому порожнини рота матері, після чого йдуть мікробіом шкіри, піхви та кишківника (Nardi et al. 2021).

У перші дні та тижні життя дитини мікрофлора ротової порожнини представлена переважно *Streptococcaceae*, *Staphylococcaceae*, *Gemellaceae*, *Pasteurellaceae* та *Lactobacillaceae* (Holgerson et al. 2020; Cheema et al. 2022; Blum et al. 2022). Цей період характеризується високою нестабільністю: наприклад, на 2–5 добу, вміст *Staphylococcus epidermidis* становить 11,1 % мікробного профілю, але вже до 30 доби – знижується до менш ніж 1,0 % (Cheema et al. 2022).

Упродовж перших 3-х місяців формується основа орального мікробіому, представлена такими родами як *Streptococcus*, *Veillonella*, *Gemella* та *Rothia* (Ramadugu et al. 2020). Дослідження показали, що 91,1% немовлят, віком 4-ри місяці мали принаймні один спільний бактеріальний вид зі своїми матерями, при цьому переважали *S. salivarius* та *Veillonella dispar*. Водночас, у даному віковому періоді виявлено специфічні бактеріальні види, характерні лише для раннього дитинства – *Streptococcus lactarius* та *Streptococcus peroris* (Kageyama et al. 2022), які рідко зустрічаються у мікрофлорі дорослої людини і, як правило, зникають до 18-ти місяців (Jo et al. 2021).

До 6-ти місяців спостерігається збільшення кількості представників *Neisseria*, *Gemella*, *Granulicatella*, *Veillonella*, *Haemophilus* та *Prevotella*, що вказує на поступове ускладнення мікробної екосистеми. Додатковими чинниками, які впливають на її розвиток, є прорізування зубів, зміна харчування та поведінкові особливості дитини. З віком мікробіом стає більш різноманіт-

ним і структурованим (Ramadugu et al. 2021; Li et al. 2023).

У півтора роки мікробний склад ще відрізняється від дорослого (Kageyama et al. 2023; Jo et al. 2021), однак у ньому вже домінують *S. salivarius*, *Neisseria perflava* та *Granulicatella adiacens* (Kageyama et al. 2023). На цьому етапі виявляють два відмінні мікробні профілі, які характеризуються переважанням або *S. salivarius*, або *Neisseria* (Kageyama et al. 2023). Подібні мікробіомні варіанти простежуються також у дітей молодшого шкільного віку, підлітків, дорослих та осіб похилого віку (Zhang et al. 2021). Це свідчить про те, що основа дорослої оральної мікробіоти закладається приблизно до 18-місячного віку, а переважання певного профілю буде впливати на структуру та склад біоплівки.

У віковій групі 1–8 років домінують *Enterobacteriaceae*, *Streptococcus*, *Gemella*, *Veillonella*, *Haemophilus*, *Prevotella*, *Granulicatella*, *Capnocytophaga*, *Leptotrichia*, *Actinomyces*, *Corynebacterium*, *Fusobacterium*, *Porphyromonas* і *Neisseria* (Holgerson et al. 2020). Основною тенденцією є зниження частки *Streptococcus* протягом перших семи років та поступове зростання чисельності *Gemella*, *Granulicatella*, *Haemophilus*, *Rothia*, *Actinomyces*, *Porphyromonas* і *Neisseria*.

Таким чином, повністю сформований мікробіом ротової порожнини встановлюється не раніше 8–10 років, коли його структура, різноманітність та функціональні властивості наближаються до показників дорослої мікробіоти.

Різнорманітні фактори навколишнього середовища, такі як спосіб пологів, тип вигодовування, застосування лікарських препаратів, суттєво впливають на формування орального мікробіому. Зменшення його різноманітності асоціюється з підвищеною схильністю до колонізації комменсальними, умовно-патогенними та патогенними бактеріями.

Дисбіоз мікробіоти порожнини рота у ранньому віці пов'язаний не лише з оральними, але й системними захворюваннями, такими як ендокринні порушення, що провокують дитяче ожиріння, розвиток алергії та запальні захворювання кишківника (Fan, Pedersen 2020; Kageyama, Takeshita 2024).

Є дані, які вказують, що спосіб вигодовування впливає на склад мікробіоти ротової порожнини (Kageyama et al. 2022). Грудне вигодовування та його тривалість є важливими факторами, що формують мікробіом ротової порожнини немовлят (Oba et al. 2020; Butler et al. 2022). Відмінності

між дітьми на грудному та штучному вигодовуванні виявляються протягом перших 2-х днів життя: у новонароджених, які отримують виключно грудне молоко спостерігається вищий вміст *Actinobacillus* і *Neisseria* та менша кількість *Haemophilus* порівняно зі змішаним вигодовуванням (Oba et al. 2020).

У мікробіомі дорослої людини присутні *Streptococcus sanguinis* і *Streptococcus salivarius*, що відіграють важливе значення в підтриманні здоров'я слизових оболонок та забезпечують збереження цілісності емалі. Також, наявні представники *Actinomyces*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Corynebacterium*, які формують зубний наліт та регулюють кислотно-лужний баланс, *Moraxella*, *Neisseria*, *Fusobacterium*, *Prevotella* – виявляють високу здатність до формування біоплівки. Наприклад, *Fusobacterium nucleatum* відіграє важливу роль в опосередкуванні міжродової коагрегації, забезпечуючи організацію та подальший розвиток складної мікробної спільноти (Rajasekaran et al. 2024), а представники *Prevotella sp.* здатні впливати на імунні клітини хазяїна (Könönen et al. 2022).

Гриби, а саме *Candida sp.* та роди *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Saccharomycetales*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cryptococcus* є важливою частиною мікробіому ротової порожнини будь-якої людини, при цьому їх вміст складає лише 0,1 % усієї мікробної спільноти (Rajasekaran et al. 2024). Між грибами та бактеріями встановлюються певні антагоністичні взаємодії, що сприяють формуванню специфічної мікробіоти. Гриби сприяють процесу адгезії бактерій до своєї поверхні та епітеліальних клітин слизових оболонок ротової порожнини. Внаслідок чого формуються різноманітні за складом мікробні біоплівки та підвищується бактеріальна резистентність (Du et al. 2022).

У складі мікробіому ротової порожнини переважають такі віруси, як *Herpesviridae*, *Papillomaviridae*, *Anelloviridae* та *Redondoviridae* та присутні бактеріофаги родини *Caudoviridae* (Stolte et al. 2025).

Потрібно відмітити, що якісний та кількісний склад біоплівки в різних ділянках ротової порожнини відрізняється, наприклад, у над'ясенній бляшці домінує аеробна мікрофлора (*Streptococcus spp.*), а у під'ясенній (через низький рівень кисню) – переважають анаеробні бактерії (*Porphyromonas*, *Prevotella*, *Fusobacteria*). Вміст анаеробних бактерій також вище на задній поверхні язика та піднебінних мигдаликах (Cho et al. 2021; Rajasekaran et al. 2024).

Таким чином, мікробіом ротової порожнини – це динамічна система, яка зазнає змін протягом доби та на всіх етапах розвитку й росту людини (Rajasekaran et al. 2024). Адаптивність мікробної спільноти визначається організмом-хазяїна і загалом станом ротової порожнини (Rosier et al. 2020) й залежить від ряду внутрішніх та зовнішніх факторів.

Явище дисбактеріозу ротової порожнини та його лікування. Як вже зазначено вище, зовнішні чинники здійснюють значний вплив на якісний та кількісний склад мікрофлори ротової порожнини і як наслідок на розвиток тих чи інших патологічних станів, у тому числі дисбактеріозу (Rajasekaran et al. 2024).

Дисбактеріоз ротової порожнини – це зміна кількісного та якісного складу мікрофлори, що призводить до порушення гомеостазу та розвитку патологічних станів. Наслідки дисбіозу пов'язують з розвитком карієсу зубів, гінгівіту, пародонтиту, пухлин щелепи та інвазивним раком порожнини рота тощо (Devaraja, Aggarwal 2025).

Профілактика та корекція дисбіозів основана на застосуванні препаратів, які мають стимулювальну, оновлювальну здатність щодо нормальної мікрофлори. Найпоширенішими та найбільш вивченими засобами є пробіотики. Сьогодні найчастіше пробіотики розглядають як фармацевтичні препарати, що містять живі, непатогенні мікроорганізми, які виявляють позитивний вплив на фізіологічні, біохімічні й імунні процеси в організмі людини шляхом оптимізації та стабілізації функції мікрофлори (Bobyг et al. 2023).

З кожним роком спектр застосування пробіотиків продовжує зростати, що пояснюється отриманням нових даних, які свідчать про ефективність їх використання у складі комбінованої терапії хворих з інфекційною, акушерсько-гінекологічною, серцево-судинною, урологічною та іншими патологіями. У сучасній стоматологічній практиці пробіотики застосовують для лікування, а у деяких випадках – з метою профілактики стоматологічних захворювань, у патогенезі яких є дисбіотичні розлади, наприклад карієс, гінгівіт, пародонтит (Bobyг et al. 2023).

Для досягнення клінічного ефекту пробіотичні мікроорганізми мають бути життєздатними, а терапевтичні результати досягаються при щоденному споживанні від 10^7 до 10^{11} живих бактерій (Palai et al. 2020).

Сьогодні з'явилися препарати нового покоління, які є дуже перспективними – це метабіотики. Метабіотиками називають біоактивні сполуки, що

утворюються у результаті життєдіяльності пробіотичних мікроорганізмів, які позитивно впливають на різні фізіологічні процеси (Jang et al. 2024). Репрезентативними компонентами метабіотиків є коротколанцюгові жирні кислоти (КЖК), поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), бактеріюцини, полісахариди та пептиди (Кароог et al. 2022). Розробка даних препаратів вважається надзвичайно актуальною та багатообіцяючою.

Сучасні методи діагностики мікробіому та мікрофлори ротової порожнини. З огляду на різноманіття світу мікроорганізмів та складність їх ідентифікації, на даний момент інформація щодо складу мікробіому людини є неповною та потребує подальших досліджень. Коли говорять за вивчення мікрофлори людини, то виділяють застосування традиційних методів дослідження та сучасних молекулярно-генетичних технологій. Кожен із цих напрямків має свої переваги та недоліки (Ivashko et al. 2023).

Найпоширенішими методами виділення та ідентифікації мікроорганізмів залишаються традиційні, що базуються на використанні специфічних поживних середовищ. Мікроорганізми відрізняються за своїми потребами, і тому не існує єдиного середовища або стандартних умов культивування, які б забезпечували ріст усіх видів, тому для ідентифікації певних представників важливо використовувати диференційно-діагностичні поживні середовища, що дозволяють визначати відмінності у метаболічній активності мікроорганізмів за допомогою систем біохімічних індикаторів та селективні, які характеризуються вибірковою системою росту певної групи мікроорганізмів (Ivashko et al. 2023).

Одними із сучасних середовищ, що широко застосовуються у лабораторній практиці є хромогенні. Флуорогенні субстрати, що входять до їх складу, гідролізуються під впливом специфічних ферментів, які виділяються кожним видом мікроорганізмів і це призводить до зміни кольору середовища. Таким чином, можна швидко та ефективно ідентифікувати види (Sanmak, Aksaray 2021). Після виділення чистої культури визначаються фенотипічні властивості досліджуваного мікроорганізму для подальшої ідентифікації.

Основними біохімічними тестами у клінічній мікробіології є визначення каталази, оксидази, індолу, H_2S тощо. Більшість сучасних біохімічних тест-наборів містять комбінацію широкого спектру біохімічних визначень, які поєднуються в одному тесті.

З одного боку, традиційні методи доступні та надають інформацію про якісний і кількісний

склад мікроорганізмів у зразку, але час, необхідний для ідентифікації, складає щонайменше 2-5 діб (Ferone et al. 2020). Крім того, традиційні методи не дають змоги ідентифікувати некультивовані мікроорганізми. Однак їх перевагою є можливість зберегти отримані мікроорганізми та перевірити їх чутливість до антибіотиків для ефективного лікування пацієнта.

Окремо потрібно сказати про застосування імунологічних методів та мас-спектрометрії (МС). Основний принцип імунологічних методів полягає у дослідженні взаємодії між антитілом та антигеном, але їх використання супроводжується рядом недоліків, так як незважаючи на високу специфічність аналізу, це може призвести до неправильних результатів або недооцінки наявності патогену. Деякі імунологічні методи є дорогими, що може бути обмежувальним фактором для багатьох лабораторій. Крім того, наявність хронічних або імунодефіцитних станів впливає на точність та надійність отриманих результатів (Taría Rico et al. 2020). Але потрібно відмітити, що правильно використані імунологічні методи залишаються основними у визначенні імунної відповіді та ідентифікації патогенів.

Розвиток мас-спектрометрії (МС) призвів до її широкого використання у мікробіології (Mahmud, Garrett 2020), що прискорило та полегшило ідентифікацію мікроорганізмів. При цьому МС має більш низьку вартість та простоту використання порівняно з традиційними культуральними методами. Основним принципом МС є аналіз іонів на основі їх співвідношення маси до заряду (m/z), що дозволяє вивчати молекулярну структуру, масу та концентрацію речовин у різних типах зразків (Sun et al. 2021). Поєднання МС з газовою або рідинною хроматографією значно розширило можливості цього методу, що сприяє кращому розумінню біологічних систем, дозволяючи аналізувати широкий спектр біомолекул (Fialkov et al. 2020).

Сучасні методи дослідження мікробіому ротової порожнини за останні десятиліття зазнали значного розвитку, що дало змогу перейти від традиційних культуральних підходів до високопродуктивних молекулярних технологій, так як близько половини видів мікроорганізмів ротової порожнини не піддаються культивуванню через їхню приналежність до складних полімікробних біоплівки, а також необхідністю специфічних умов, які важко відтворити *in vitro*, тому культуральні методи не відображають повного спектра мікробного різноманіття та не показують асоціативний характер існування більшості оральних мікроорганізмів (Xiao et al. 2023).

Поява полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) стала важливим етапом у розвитку діагностики. Метод ПЛР забезпечив швидку ампліфікацію нуклеїнових кислот з високою чутливістю та специфічністю, що дозволило виявляти окремі мікробні гени у зразках з низькою концентрацією ДНК (Ivashko et al. 2023).

Застосування ПЛР у реальному часі додатково усунуло потребу в пост-ПЛР обробці, мінімізуючи ризик контамінації. Водночас даний метод має певні недоліки: він не розрізняє живі та мертві клітини, орієнтований на обмежену кількість генетичних локусів і не придатний для виявлення невідомих мікроорганізмів. Це зумовило потребу у впровадженні високопродуктивних платформ, здатних забезпечити ширший огляд мікробного ландшафту (Zhu et al. 2020).

Секвенування генів 16S рРНК стало революційним інструментом для дослідження бактеріальної таксономії. Метод базується на виявленні гена 16S рРНК, який є специфічним для кожного виду мікроорганізмів (Church et al. 2020). Завдяки функціональній консервативності та наявності варіабельних ділянок цей маркер дозволяє ідентифікувати бактерії, оцінювати різноманіття та будувати філогенетичні моделі. Методика дала змогу встановити специфічні бактеріальні сигнатури, пов'язані зі станом ротової порожнини, зокрема – з пародонтитом, карієсом та системними порушеннями. Проте секвенування 16S рРНК має певні межі: ідентифікація на рівні виду часто недоступна, при цьому аналіз не охоплює різноманіття вірусів та грибів. Для останніх застосовують секвенування ITS-маркерів, яке дає змогу досліджувати грибові спільноти (Xiao et al. 2023).

Мікрочипи ДНК стали проміжним етапом між традиційними молекулярними методами та високопродуктивним секвенуванням. Вони забезпечують одночасну детекцію сотень і тисяч мішеней у межах одного аналізу. Мікроматриці на основі зондів до консервативних ділянок 16S рРНК, зокрема HOMIM та вдосконалена платформа HOMINGS, дали змогу описати сотні бактеріальних таксонів порожнини рота та виявляти відмінності у мікробних спільнотах при різних патологічних станах. Нові платформи, такі як OralAggru значно розширили діагностичні можливості та забезпечили високу селективну здатність навіть у складних мікробних матрицях. Попри обмеження щодо чутливості, мікрочипи залишаються зручними для стандартизованих багатомішеневих аналізів (Xiao et al. 2023).

Секвенування наступного покоління (next-generation sequencing, NGS) стало фундаментом сучасної мікробіологічної діагностики завдяки масивному паралельному секвенуванню багатьох фрагментів ДНК або РНК та високій продуктивності (Hu et al. 2021). NGS-платформи, такі як Illumina MiSeq, забезпечують глибоке покриття зразків та дозволяють досліджувати структуру мікробних спільнот на рівні оперативних таксономічних одиниць. Аналіз гіперваріабельних ділянок 16S рРНК за допомогою NGS дозволив визначити мікробні біомаркери, пов'язані з карієсом, синдромом Шегрена, змінами мікробіому в немовлят залежно від способу народження та іншими фізіологічними й патологічними станами. Попри високу чутливість, метод спрямований переважно на бактеріальну ДНК і має певні технічні обмеження (Xiao et al. 2023).

Сьогодні метагеномне секвенування наступного покоління (mNGS), або метод «дробовика», визнано найбільш комплексним підходом, що дозволяє аналізувати весь об'єм нуклеїнових кислот у зразку. Ця технологія забезпечує одночасне виявлення бактерій, вірусів, грибів та паразитів, а також оцінює їх кількість. Використання mNGS дає змогу ідентифікувати коінфекції, рідкісні або нові патогени, формуючи повний профіль мікробіому. Важливою перевагою методу є його висока ефективність при дослідженні складних інфекційних захворювань слизової оболонки та передракових станів, зокрема лейкоплакії ротової порожнини (Xiao et al. 2023). Практичне застосування mNGS продемонструвало здатність ідентифікувати широкий спектр збудників, таких як *Candida albicans* та гамма-герпесвірус людини 4-го типу, протягом короткого проміжку часу (до 36 годин) (Song et al. 2022).

Сьогодні у вивченні мікробіому активно застосовуються моделі на germ-free тваринах (Sheikha et al. 2024; Chen et al. 2022). Germ-free тварини – це безмікробні особини, народжені шляхом кесаревого розтину та вирощені в абсолютно стерильних умовах, які використовуються для вивчення впливу мікрофлори на фізіологічний стан макроорганізму. Попри високу наукову цінність, використання таких моделей обмежується складністю утримання, необхідністю постійного мікробіологічного контролю та значними економічними витратами. Загалом гнотобіотичні моделі є незамінним інструментом для дослідження ролі орального мікробіому в розвитку дисбіозу, імунних реакцій та захворювань ротової порожнини, зокрема карієсу, пародонтиту й онкопатологій (Gopinath et al. 2024).

Окремо потрібно відмітити omics-технології, до яких належить геноміка, транскриптоміка, протеоміка та метаболоміка, які є сучасними високопродуктивними підходами, що забезпечують дослідження біологічних систем на різних рівнях молекулярної організації та відкривають нові можливості для комплексного аналізу клітинних процесів (Ivashko et al. 2023; Peruzzotti-Jametti et al. 2024).

Застосування цих методів переважно на основі МС та секвенування ДНК, дозволяє здійснювати кількісну оцінку протеомних і метаболомних профілів з високою точністю та відтворюваністю. Сучасні дослідження свідчать, що мікроорганізми ротової порожнини здатні колонізувати віддалені органи і системи, модулювати імунні реакції та брати участь у патогенезі системних захворювань, у тому числі розвитку колоректального раку. У зв'язку з цим omics-технології сприяють глибшому розумінню складних біологічних взаємодій та оптимізації діагностичних і терапевтичних стратегій шляхом швидкої й точної ідентифікації мікроорганізмів. Водночас їх впровадження обмежується високою вартістю обладнання, складністю методик і потребою у спеціалізованих біоінформатичних навичках (Ivashko et al. 2023).

Сукупність сучасних методів діагностики мікробіому ротової порожнини дозволяє отримувати всебічні дані про склад, різноманіття та функціональні властивості мікробних спільнот. Перехід від культуральної діагностики до молекулярних та пост-геномних технологій забезпечило якісно новий рівень розуміння ролі мікробіому в підтриманні гомеостазу та розвитку патологій. Подальше покращення інтегрованих підходів, що поєднують метагеноміку, метатранскриптоміку та мультиомні методи, відкриває перспективи для персоналізованої діагностики й терапії захворювань ротової порожнини та системних порушень, пов'язаних зі станом орального мікробіому.

Висновки

Узагальнюючи проведений аналіз, можна зробити висновок, що мікробіом ротової порожнини – це унікальна, динамічна, але при цьому стабільна екосистема, сформована у специфічній відкритій біологічній ніші, що постійно знаходиться під впливом ряду факторів зовнішнього середовища та відіграє важливу роль у розвитку місцевого імунітету й підтримує загальний гомеостаз організму людини. Вивчення та встановлення основних етапів розвитку, формування та функціонування мікробіому ротової порожнини дозволить виявляти та попереджати патологічні стани як інфекційної,

так і неінфекційної природи. Порушення складу оральної мікрофлори – це основна причина патогенезу стоматологічних захворювань та системних порушень в організмі. Тому, так важливо розуміти та знати будову і властивості оральної біоплівки.

Сучасний розвиток діагностичних методів – від класичних культуральних до високотехнологічних омікс-технологій дозволяє отримати загальне уявлення про склад та функціональну активність мікробних асоціацій, що формують

біоплівки ротової порожнини. Комплексне застосування різних методів забезпечує ідентифікацію біомаркерів захворювань та дозволяє профілактувати багато патологій.

Таким чином, вивчення мікробіому ротової порожнини є важливим напрямом сучасної мікробіології та стоматології, що дозволяє застосовувати персоналізовану діагностику, розробляти ефективні методи профілактики та терапії для збереження здоров'я людини від народження.

-
- ALRASHDAN, M. S., LEO, J. C., DOBLE, A., MCCULLOUGH, M., PORTER, S. (2023) The Effects of Antimicrobial Mouthwashes on Systemic Disease: What Is the Evidence? *International Dental Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.08.012>
- BLUM, J., SILVA, M., BYRNE, S.J., BUTLER, C.A., ADAMS, G.G., REYNOLDS, E.C., DASHPER, S.G. (2022) Temporal development of the infant oral microbiome. *Critical Reviews in Microbiology*, 48(6), 730-742. <https://doi.org/10.1080/1040841x.2021.2025042>
- BOBYR V. V., NAZARCHUK O. A., PALII V. H., KRYZHANOVSKAA V., BOBYR N.A., VLASENKO I. H., ZHEMERA N. A. (2023) Mikrobiom liudyny ta suchasni pidkhody do yoho zberezhenia (analichnyi ohliad) [The human microbiome and modern approaches to its preservation (analytical review)]. *Reports of Vinnytsia National Medical University*, 27(3), 495–500. (in Ukrainian) [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(3\)-23](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(3)-23)
- BUTLER, C. A., ADAMS, G. G., BLUM, J., BYRNE, S. J., CARPENTER, L., GUSSY, M. G., CALACHE, H., CATMULL, D. V., REYNOLDS, E. C., DASHPER, S. G. (2022) Breastmilk influences development and composition of the oral microbiome. *Journal of Oral Microbiology*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/20002297.2022.2096287>
- CHEEMA, A.S., TREVENEN, M.L., TURLACH, B.A., FURST, A.J., ROMAN, A.S., BODE, L., GRIDNEVA, Z., LAI, C.T., STINSON, L.F., PAYNE, M.S., GEDDES, D.T. (2022) Exclusively Breastfed Infant Microbiota Develops over Time and Is Associated with Human Milk Oligosaccharide Intakes. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5), 2804. <https://doi.org/10.3390/ijms23052804>
- CHEN, C., LIAO, J., XIA, Y., XIA LIU, X., JONES, R., HARAN, J., MCCORMICK, B., SAMPSON, T.R., ALAM, A., YE, K. (2022) Gut microbiota regulate Alzheimer's disease pathologies and cognitive disorders via PUFA-associated neuroinflammation. *Gut*, 71(11), 2233-2252. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2021-326269>
- CHO, Y.-D., KIM, K.-H., LEE, Y.-M., KU, Y., SEOL, Y.-J. (2021) Oral Microbiome and Host Health: Review on Current Advances in Genome-Wide Analysis. *Applied Sciences*, 11(9), 4050. <https://doi.org/10.3390/app11094050>
- CHURCH, D. L., CERUTTI, L., GÜRTLER, A., GRIENER, T., ZELAZNY, A., EMLER, S. (2020) Performance and Application of 16S rRNA Gene Cycle Sequencing for Routine Identification of Bacteria in the Clinical Microbiology Laboratory. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(4). <https://doi.org/10.1128/cmr.00053-19>
- DEVARAJA, K., AGGARWAL, S. (2025) Dysbiosis of Oral Microbiome: A Key Player in Oral Carcinogenesis? A Critical Review. *Biomedicines*, 13(2), 448. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13020448>
- DU, Q., REN, B., ZHOU, X., ZHANG, L., XU, X. (2022) Cross-kingdom interaction between *Candida albicans* and oral bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.911623>
- FAN, Y., PEDERSEN, O. (2020) Gut microbiota in human metabolic health and disease. *Nature Reviews Microbiology*, 19(1), 55–71. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0433-9>
- FAROOQUI, T., FAROOQUI, A.A. (2021) *Gut Microbiota in Neurologic and Visceral Diseases*. Chapter 1. Gut microbiota: Implications on human health and diseases. Academic Press, pp. 7-34.
- FERONE, M., GOWEN, A., FANNING, S., SCANNELL, A. G. M. (2020) Microbial detection and identification methods: Bench top assays to omics approaches. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 3106–3129. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12618>
- FIALKOV, A. B., LEHOTAY, S. J., AMIRAV, A. (2020) Less than one minute low-pressure gas chromatography - mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1612, 460691. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460691>
- GOPINATH, D., PANDIAR, D., LI, Z., PANDA, S. (2024) Rodent models for oral microbiome research: considerations and challenges – a mini review. *Frontiers in Oral Health*, 5. <https://doi.org/10.3389/froh.2024.1439091>
- HOLGERSON, P., ESBERG, A., SJÖDIN, A., WEST, C.E., JOHANSSON, I. (2020) A longitudinal study of

- the development of the saliva microbiome in infants 2 days to 5 years compared to the microbiome in adolescents. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66658-7>
- HU, T., CHITNIS, N., MONOS, D., DINH, A. (2021) Next-generation sequencing technologies: An overview. *Human Immunology*, 82(11), 801–811. <https://doi.org/10.1016/j.humimm.2021.02.012>
- IVASHKO, M., BURMEI, S., YUSKO, L., CHAIKOVSKA, T., BOYKO, N. (2023) Mikrobiolohichna diahnostyka: vid tradytsiinykh do molekuliarno-henetychnykh metodiv: ohliad literatury [Microbiological diagnostics: From traditional to molecular genetic methods: A literature review]. *Bulletin Of Medical And Biological Research*, 5(4), 34–41. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.61751/bmbr/4.2023.34>
- JANG, H. J., LEE, N.-K., PAIK, H.-D. (2024) A Narrative Review on the Advance of Probiotics to Metabiotics. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(3), 487–494. <https://doi.org/10.4014/jmb.2311.11023>
- JO, R., YAMA, K., AITA, Y., TSUTSUMI, K., ISHIHARA, C., MARUYAMA, M., TAKEDA, K., NISHINAGA, E., SHIBASAKI, K.-I., MORISHIMA, S. (2021) Comparison of oral microbiome profiles in 18-month-old infants and their parents. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78295-1>
- KAGEYAMA, S., FURUTA, M., TAKESHITA, T., MA, J., ASAKAWA, M., YAMASHITA, Y. (2022) High-Level Acquisition of Maternal Oral Bacteria in Formula-Fed Infant Oral Microbiota. *mBio*, 13(1). <https://doi.org/10.1128/mbio.03452-21>
- KAGEYAMA, S., MA, J., FURUTA, M., TAKESHITA, T., ASAKAWA, M., OKABE, Y., YAMASHITA, Y. (2023) Establishment of tongue microbiota by 18 months of age and determinants of its microbial profile. *mBio*, 14. <https://doi.org/10.1128/mbio.01337-23>
- KAGEYAMA, S., TAKESHITA, T. (2024) Development and establishment of oral microbiota in early life. *Journal of Oral Biosciences*, 66(2), 300–303. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.05.001>
- KAPOOR, B., SINGH, A., GULATI, M., SINGH, S. K., RANI, P., ALZAHIRANI, Q., DUA, K., DUREJA, H., CORRIE, L. (2022) Orchestration of Obesolytic Activity of Microbiome: Metabiotics at Centre Stage. *Current Drug Metabolism*, 23(2), 90–98. <https://doi.org/10.2174/1389200223666220211095024>
- KIM, Y.H., LEE, T.Y., KIM, H.Y., JEONG, S.J., HAN, J.H., SHIN, J.E., LEE, J.H., KANG, C.M. (2024) Natal factors influencing newborn's oral microbiome diversity. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78609-7>
- KÖNÖNEN, E., FTEITA, D., GURSOY, U. K., GURSOY, M. (2022) *Prevotella* species as oral residents and infectious agents with potential impact on systemic conditions. *Journal of Oral Microbiology*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/20002297.2022.2079814>
- LI, Y., SARAITHONG, P., ZHANG, L., DILLS, A., PASTER, B.J., XIAO, J., WU, T.T., JONES, Z. (2023) Dynamics of oral microbiome acquisition in healthy infants: A pilot study. *Frontiers in Oral Health*, 4. <https://doi.org/10.3389/froh.2023.1152601>
- MAHMUD, I., GARRETT, T. J. (2020) Mass Spectrometry Techniques in Emerging Pathogens Studies: COVID-19 Perspectives. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 31(10), 2013–2024. <https://doi.org/10.1021/jasms.0c00238>
- McGRATH, C., CLARKSON, J., GLENNY, A.-M., WALSH, L., HUA, F. (2023) Effectiveness of Mouthwashes in Managing Oral Diseases and Conditions: Do They Have a Role? *International Dental Journal*, 73(2), S69–S73. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.08.014>
- MELESHKO, T., PALLAH, O., BOYKO, N. (2022) Individual microbiota correction and human health: programming and reprogramming of systemic and local immune response. *Microbiome, Immunity, Digestive Health and Nutrition*, pp. 53–67. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822238-6.00015-7>
- NARDI, G.M., GRASSI, R., NDOKAJ, A., ANTONIONI, M., JEDLINSKI, M., RUMI, G., GROCHOLEWICZ, K., DUS-ILNICKA, I., GRASSI, F.R., OTTOLENGHI, L., MAZUR, M. (2021) Maternal and Neonatal Oral Microbiome Developmental Patterns and Correlated Factors: A Systematic Review—Does the Apple Fall Close to the Tree? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5569. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115569>
- OBA, P.M., HOLSCHEER, H.D., MATHAI, R.A., KIM, J., SWANSON, K.S. (2020) Diet Influences the Oral Microbiota of Infants during the First Six Months of Life. *Nutrients*, 12(11), 3400. <https://doi.org/10.3390/nu12113400>
- PALAI, S., DERECHO, C.M.P., KESH, S.S., EGBUNA, C., ONYEIKE, P.C. (2020) Prebiotics, Probiotics, Synbiotics and Its Importance in the Management of Diseases. *Functional Foods and Nutraceuticals*, pp. 173–196. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42319-3_10
- PATHAK, J. L., YAN, Y., ZHANG, Q., WANG, L., GE, L. (2021) The role of oral microbiome in respiratory health and diseases. *Respiratory Medicine*, 185, 106475. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106475>
- PERUZZOTTI-JAMETTI, L., WILLIS, C. M., KRZAK, G., HAMEL, R., PIRVAN, L., IONESCU, R.-B., REISZ, J. A., PRAG, H. A., GARCIA-SEGURA, M.E., WU, V., XIANG, Y., BARLAS, B., CASEY, A. M., NICAISE, A. M., ROTH, L., BATES, G. R., HUANG, H., PRASAD, P., VINCENT, A. E., FREZZA, C., VISCOMI, C., BALMUS, G., TAKATS, Z., MARIONI, J. C., D'ALESSANDRO, A., MURPHY, M. P., MOHORIANU, I., PLUCHINO, S. (2024) Mitochondrial complex I activity in microglia sustains neuroinflammation. *Nature*, 628(8006), 195–203. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07167-9>
- RADAIC, A., KAPILA, Y. L. (2021) The oralome and its dysbiosis: New insights into oral microbiome-host interactions. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 19, 1335–1360. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2021.02.010>

- RAJASEKARAN, J. J., KRISHNAMURTHY, H. K., BOSCO, J., JAYARAMAN, V., KRISHNA, K., WANG, T., BEI, K. (2024) Oral Microbiome: A Review of Its Impact on Oral and Systemic Health. *Microorganisms*, 12(9), 1797. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12091797>
- RAMADUGU, K., BHAUMIK, D., LUO, T., GICQUELAIS, R.E., LEE, K.H., STAFFORD, E.B., MARRS, C.F., NEISWANGER, K., MCNEIL, D.W., MARAZITA, M.L., FOXMAN, B. (2020) Maternal Oral Health Influences Infant Salivary Microbiome. *Journal of Dental Research*, 100(1), 58-65. <https://doi.org/10.1177/0022034520947665>
- ROSIER, B. T., MOYA-GONZALVEZ, E. M., CORELL-ESCUIN, P., MIRA, A. (2020) Isolation and Characterization of Nitrate-Reducing Bacteria as Potential Probiotics for Oral and Systemic Health. *Frontiers in Microbiology*, 11, 555465. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.555465>
- SANMAK, E., AKSARAY, S. (2021) Comparison of Chromogenic Culture Media, Rapid Immunochromatographic Test and Temocillin Resistance for The Detection of OXA-48 Carbapenemase-Positive Klebsiella Pneumonia Strains. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 12(4). <https://doi.org/10.29333/jcei/11267>
- SHEIKHA, I.A., BIANCHI-SMAK J., LAUBITZ, D., SCHIRO, G., MIDURA-KIELAA, M.T., BESSELSSEN, D.G., VEDANTAMD, G., JARMAKIEWICZE, S., FILIP, R., GHISHAN F. K., GAO N., KIELAA, P. R. (2024) Transplant of microbiota from Crohn's disease patients to germ-free mice results in colitis. *Gut microbes*, 16(1), 2333483. <https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2333483>
- SONG, Y., SONG, F., LIU, S., CHEN, S., SONG, Z. (2022) Rapid diagnosis of a complex oral mucosal infection using metagenomic next-generation sequencing: a case report. *Journal of International Medical Research*, 50(11). <https://doi.org/10.1177/03000605221136679>
- STOLTE, K. N., SLOTS, J., DOMMISCH, H. (2025) The Role of Viruses in the Pathogenesis of Periodontitis. *Journal of Periodontal Research*. <https://doi.org/10.1111/jre.70039>
- SUN, Y., STRANSKY, S., AGUILAN, J., KOUL, S., GARFORTH, S. J., BRENOWITZ, M., SIDOLI, S. (2021) High throughput and low bias DNA methylation and hydroxymethylation analysis by direct injection mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 1180, 338880. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338880>
- TAPIA RICO, G., CHAN, M. M., LOO, K. F. (2020) The safety and efficacy of immune checkpoint inhibitors in patients with advanced cancers and pre-existing chronic viral infections (Hepatitis B/C, HIV): A review of the available evidence. *Cancer Treatment Reviews*, 86, 102011. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2020.102011>
- VOORHIS, A., DEWHIRST, F. E., MARK WELCH, J., KAUFFMAN, K., YOST, S., WEIR, S., YASKELL, T., CHEN, T., WADE, W. G. (n.d.) *expanded Human Oral Microbiome Database*. HOMD: Human Oral Microbiome Database. Available from: <https://www.homd.org/> (accessed 09.12.2025)
- XIAO, X., LIU, S., DENG, H., SONG, Y., ZHANG, L., SONG, Z. (2023) Advances in the oral microbiota and rapid detection of oral infectious diseases. *Frontiers in Microbiology*, 14, 3389. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1121737>
- ZHANG, D., TAKESHITA, T., FURUTA, M., KAGEYAMA, S., ASAKAWA, M., NAMBU, K., YAMASHITA, Y. (2021) Tongue Microbiota Composition and Dental Caries Experience in Primary School Children. *mSphere*, 6(2). <https://doi.org/10.1128/msphere.01252-20>
- ZHU, H., ZHANG, H., XU, Y., LAŠŠÁKOVÁ, S., KORABEČNÁ, M., NEUŽIL, P. (2020) PCR past, present and future. *BioTechniques*, 69(4), 317–325. <https://doi.org/10.2144/btn-2020-0057>

Дата першого надходження статті до видання: 25.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

РЕЦЕНЗЕНТИ / REVIEWERS

Редакційна колегія «Наукового вісника Ужгородського університету, Серія Біологія» висловлює подяку рецензентам рукописів для №№ 58 і 59, 2025 р.

The Editorial Board of the Scientific Bulletin of Uzhhorod University, Series Biology expresses its gratitude to the reviewers of manuscripts in 2025, issues 58, 59.

Підготувати ці випуски нам допомогли:

The following colleagues helped to prepare these issues:

Золтан БАРКАСІ, *Україна*
Андрій-Тарас БАШТА, *Україна*
Інна БЕСЕГАНІЧ, *Україна*
Василь БУДЖАК, *Україна*
Степан ВАДЗЮК, *Україна*
Гліб ГАВРИСЬ, *Україна*
Галина ГАЧКОВА, *Україна*
Юлія ГОЛЯЧУК, *Україна*
Світлана ГРОНОВСЬКА, *Україна*
Тетяна ДЗЮБА, *Україна*
Андрея ДУДИНСЬКА, *Україна*
Ольга ЖОВНЕРЧУК, *Україна*
Андрій ЗАМОРОКА, *Україна*
Марія ЗІНЧЕНКО, *Україна*
Марина КАЛЮЖНА, *Україна*
Юрій КАРПЕНКО, *Україна*
Микола КЛІЄСТОВ, *Україна*
Еліна КОЗІЙЧУК, *Україна*
Анжела КОЛЕСНИК, *Україна*
Тетяна КОРДОН, *Україна*
Оксана КОРЧИНСЬКА, *Україна*
Марина КРИВЦОВА, *Україна*
Федір КУРТЯК, *Україна*
Оксана КУЧЕР, *Україна*
Власта ЛОЯ, *Україна*
Віктор ЛЯХ, *Україна*
Оксана МАМЧУР, *Україна*
Оксана МАНТУРОВА, *Україна*
Вадим МАНІЮК, *Україна*
Любов МАРГІТАЙ, *Україна*
Владислав МІРУТЕНКО, *Україна*
Наталя ПАШКЕВИЧ, *Україна*
Ніна ПОЛЧАНІНОВА, *Україна*
Ірина ПОЛЯКОВА, *Україна*
Сергій ПОПОВИЧ, *Україна*
Людвіг ПОТІШ, *Україна*
Ксенія РУДЕНКО, *Україна*
Ірина РУСИН, *Україна*
Василь САБАДОШ, *Україна*
Олена САВІНА, *Україна*
Наталія СЕМЕНЮК, *Україна*
Віталій СИМОЧКО, *Україна*
Василь СКИБА, *Україна*
Назар СМІРНОВ, *Україна*
Оксана СТАНКЕВИЧ-ВОЛОСЯНЧУК, *Україна*
Сергій СУХАРЄВ, *Україна*
Алла ТОКАРЮК, *Україна*
Любов ФЕЛЬБАБА-КЛУШИНА, *Україна*
Ілля ЧОРНЕЙ, *Україна*
Андрій ЧУРІЛОВ, *Україна*
Мирослав ШЕВЕРА, *Україна*
Олександра ШЕВЧЕНКО, *Україна*
Ігор ШИДЛОВСЬКИЙ, *Україна*
Лідія ШУБЕНКО, *Україна*
Тетяна ШУПОВА, *Україна*

Zoltan BARKASI, *Ukraine*
Andrii-Taras BASHTA, *Ukraine*
Inna BESEGANYCH, *Ukraine*
Vasyl BUDZHAK, *Ukraine*
Stepan VADZIUK, *Ukraine*
Glib GAVRYS, *Ukraine*
Halyna HACHKOVA, *Ukraine*
Yuliia HOLIACHUK, *Ukraine*
Svitlana HRONOVSKA, *Ukraine*
Tetiana DZIUBA, *Ukraine*
Andreia DUDYNSKA, *Ukraine*
Olha ZHOVNERCHUK, *Ukraine*
Andrii ZAMOROKA, *Ukraine*
Mariia ZINCHENKO, *Ukraine*
Maryna KALIUZHNA, *Ukraine*
Yurii KARPENKO, *Ukraine*
Mykola KLIESTOV, *Ukraine*
Elina KOZIICHUK, *Ukraine*
Anzhela KOLESNYK, *Ukraine*
Tetiana KORDON, *Ukraine*
Oksana KORCHYNSKA, *Ukraine*
Maryna KRYVTSOVA, *Ukraine*
Fedir KURTIK, *Ukraine*
Oksana KUCHER, *Ukraine*
Vlasta LOIA, *Ukraine*
Viktor LIAKH, *Ukraine*
Oksana MAMCHUR, *Ukraine*
Oksana MANTUROVA, *Ukraine*
Vadym MANIUK, *Ukraine*
Liubov MARGITAI, *Ukraine*
Vladyslav MIRUTENKO, *Ukraine*
Nataliia PASHKEVYCH, *Ukraine*
Nina POLCHANINOVA, *Ukraine*
Iryna POLIAKOVA, *Ukraine*
Serhii POPOVYCH, *Ukraine*
Liudvig POTISH, *Ukraine*
Kseniia RUDENKO, *Ukraine*
Iryna RUSYN, *Ukraine*
Vasyl SABADOSH, *Ukraine*
Olena SAVINA, *Ukraine*
Nataliia SEMENIUK, *Ukraine*
Vitalii SYMOCHKO, *Ukraine*
Vasyl SKYBA, *Ukraine*
Nazar SMIRNOV, *Ukraine*
Oksana STANKEVYCH-VOLOSIANCHUK, *Ukraine*
Serhii SUKHARIEV, *Ukraine*
Alla TOKARIUK, *Ukraine*
Liubov FELBABA-KLUSHYNA, *Ukraine*
Illia CHORNEI, *Ukraine*
Andrii CHURILOV, *Ukraine*
Myroslav SHEVERA, *Ukraine*
Oleksandra SHEVCHENKO, *Ukraine*
Ihor SHYDLOVSKYI, *Ukraine*
Lidiia SHUBENKO, *Ukraine*
Tetiana SHUPOVA, *Ukraine*

НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ВИДАННЯ

НАУКОВИЙ ВІСНИК УЖГОРОДСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ.

Серія: Біологія

Випуск 60

SCIENTIFIC-PRACTICAL EDITION

SCIENTIFIC BULLETIN OF THE UZHGOROD UNIVERSITY.

Series Biology

Issue 60

Дата розміщення онлайн: 29.05.2026.

Дата друку: 05.06.2026.

Формат 60x90/8. Папір офсетний.

Гарнітура Times

Ум. друк. арк. 32,09. Тираж 300.

Замовлення 0526/495.

Наклад 300 примірників.

Published online: 29.05.2026.

Print date: 05.06.2026.

Paper size 60x90/8. Offset Paper.

Font Times

Conventional printed sheets 32,09.

Order No. 0526/495.

Print run – 100 copies

Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Тел. +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК No 7623 від 22.06.2022 р.

Publishing House "Helvetica"
6/1 Inglezi, Odesa, 65101
Phone +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Certificate of the subject of publishing business
DK No. 7623 dated June 22, 2022