

Міністерство освіти і науки України

ВІСНИК

*Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна*

Серія "Біологія"

Випуск 45

Започаткований у 1970 р.

THE JOURNAL

of V. N. Karazin Kharkiv

National University

Series Biology

Issue 45

Founded in 1970

Kharkiv-2025

УДК: 57

Засновник: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Рік заснування: 1970

Періодичність: двічі на рік

Вісник, серія «Біологія» є збірником наукових праць, який містить результати досліджень та оглядові статті з біології, зокрема з біохімії та генетики, зоології та ботаніки, фізіології тварин і рослин, мікології, мікробіології, ґрунтознавства, кріобіології та ін., а також матеріали про події наукового життя та описання оригінальних методів і приладів у галузі біології.

Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки.

Вісник включений до Переліку фахових видань України, категорія «Б», за спеціальністю 091 Біологія (Наказ МОН України №1643 від 28.12.2019 р.), індексується у Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, BASE, DOAJ, Web of Science (Zoological Record) та включений до Clarivate Analytics Master Journal List.

Затверджено до друку рішенням

Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол №18 від 18.12.2025).

Д. А. Шабанов – головний редактор, д.б.н., професор кафедри зоології та екології тварин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Ю. Г. Гамуля – заступник головного редактора, к.б.н., доцент кафедри ботаніки та екології рослин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Е. С. Пустовалова – відповідальний секретар, PhD в галузі знань Біологія, старший викладач кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Члени редакційної колегії:

Л. О. Атраментова – д.б.н., професор кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

С. Ю. Утєвський – д.б.н., професор кафедри зоології та екології тварин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

О. М. Утєвська – д.б.н., професор кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Є. Е. Перський – д.б.н., професор кафедри біохімії, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В. Ю. Страшнюк – д.б.н., професор кафедри генетики і цитології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

О. Ю. Акулов – к.б.н., доцент кафедри мікології та фітоімунології, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Н. Ю. Полчанінова – к.б.н., доцент кафедри зоології та екології тварин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

О. О. Авксентьєва – к.б.н., доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

В. П. Комариста – к.б.н., доцент кафедри ботаніки та екології рослин, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

С. О. Костерін – д.б.н., академік НАНУ, завідувач відділу біохімії м'язів, Інститут біохімії імені О. В. Палладіна НАНУ

Н. О. Сибірня – д.б.н., професор кафедри біохімії, Львівський національний університет імені Івана Франка

Л. О. Білявська – д.б.н., старший науковий співробітник відділу загальної і ґрунтової мікробіології, Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАНУ

О. О. Стасик – д.б.н., член-кореспондент НАНУ, завідувач відділу фізіології та екології фотосинтезу, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ

Gederts levinsh – Doctor of Science in Biology, Full Professor, University of Latvia (Латвія)

Gregory F. Oxenkrug – PhD, MD, Professor, Tufts University School of Medicine, Tufts Medical Center (США)

N. I. Ronkina – PhD in Biology, Scientific Researcher, Hannover Medical School (Німеччина)

Адреса редакції:

біологічний факультет,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан

Свободи, 4, Харків, Україна, 61022

тел. +38 /057/ 707-55-71

<http://seriesbiology.univer.kharkov.ua>

e-mail: seriesbiology@karazin.ua

Статті пройшли рецензування.

Ідентифікатор медіа у Реєстрі суб'єктів у сфері медіа: R30-04474 (Рішення № 1538 від 09.05.2024 р. Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення. Протокол № 15)

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, оформлення, 2025

UDC: 57

Founder: V. N. Karazin Kharkiv National University

Year of foundation: 1970

Frequency: twice a year

The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series Biology is a collection of scientific works featuring research results and review articles in biology. It covers topics such as biochemistry and genetics, zoology and botany, animal and plant physiology, mycology, microbiology, soil science, cryobiology, and others. Additionally, it includes materials on scientific events and descriptions of original methods and instruments in the field of biology.

It is intended for educators, researchers, postgraduate students, and undergraduate students specializing in relevant or related scientific fields.

The Journal is included in the List of Professional Publications of Ukraine, Category «B», under specialty 091 Biology (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1643, dated December 28, 2019). It is indexed in Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, BASE, DOAJ, Web of Science (Zoological Record) and is part of the Clarivate Analytics Master Journal List.

Approved for publication by the decision of the Academic Council of V. N. Karazin Kharkiv National University (Protocol No. 18 dated December 18, 2025).

D. A. Shabanov – Editor-in-Chief, Dr, Professor of the Department of Zoology and Animal Ecology, V. N. Karazin Kharkiv National University

Yu. H. Hamulya – Deputy Editor-in-Chief, PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Botany and Plant Ecology, V. N. Karazin Kharkiv National University

E. S. Pustovalova – Executive Secretary, PhD in Biology, Senior Lecturer of the Department of Genetics and Cytology, V. N. Karazin Kharkiv National University

Editorial Board Members:

L. O. Atramentova – Dr, Professor of the Department of Genetics and Cytology, V. N. Karazin Kharkiv National University

S. Yu. Utevsy – Dr, Professor of the Department of Zoology and Animal Ecology, V. N. Karazin Kharkiv National University

O. M. Utevska – Dr, Professor of the Department of Genetics and Cytology, V. N. Karazin Kharkiv National University

Ye. E. Perskyi – Dr, Professor of the Department of Biochemistry, V. N. Karazin Kharkiv National University

V. Yu. Strashnyuk – Dr, Professor of the Department of Genetics and Cytology, V. N. Karazin Kharkiv National University

O. Yu. Akulov – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Mycology and Phytoimmunology, V. N. Karazin Kharkiv National University

N. Yu. Polchaninova – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Zoology and Animal Ecology, V. N. Karazin Kharkiv National University

O. O. Avksentieva – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Plant and Microorganism Physiology and Biochemistry, V. N. Karazin Kharkiv National University

V. P. Komarysta – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Botany and Plant Ecology, V. N. Karazin Kharkiv National University

S. O. Kosterin – Dr, Academician of NASU, Head of the Muscle Biochemistry Department, O. V. Palladin Institute of Biochemistry, NASU

N. O. Sybirna – Dr, Professor of the Department of Biochemistry, Ivan Franko National University of Lviv

L. O. Bilyavska – Dr, Senior Researcher of the Department of General and Soil Microbiology, D. K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NASU

O. O. Stasik – Dr, Corresponding Member of NASU, Head of the Department of Physiology and Ecology of Photosynthesis, Institute of Plant Physiology and Genetics, NASU)

Gederts Ievinsh – Doctor of Science in Biology, Full Professor, University of Latvia (Lithuania)

Gregory F. Oxenkrug – PhD, MD, Professor, Tufts University School of Medicine, Tufts Medical Center (USA)

N. I. Ronkina – PhD in Biology, Scientific Researcher, Hannover Medical School (Germany)

Editorial Address:

School of Biology,

V. N. Karazin Kharkiv National University,

Svobody Maidan, 4, Kharkiv, Ukraine, 61022

phone: +38 /057/ 707-55-71

<http://seriesbiology.univer.kharkov.ua>

e-mail: seriesbiology@karazin.ua

The articles are peer reviewed.

Media identifier in the Media Entities Register: R30-04474 (Decision No. 1538 dated 09.05.2024 of the National Council of Ukraine for Television and Radio Broadcasting. Protocol No. 15)

© V.N. Karazin Kharkiv National University,
design, 2025

... ЗООЛОГІЯ ...

Загороднюк І., Ніколайчук О. Південна межа поширення рисі (<i>Lynx lynx</i>) у Подніпров'ї: фактори сприяння та обмеження /	6
Кінеке А., Георге К.Г., Трохимчук Р.Р. Мейобентосні угруповання підводної гори Сенгор (Кабо-Верде, тропічна Східна Атлантика) /	14
Пацюк М.К. Видовий склад і екологія голих амеб в Україні та суміжних територій /	27
Перевозчикова Н., Єременко С., Яценко Ю. Оцифровка колекції приматів Музею природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна) /	43

... МІКРОБІОЛОГІЯ ...

Труфанов О.В., Ананьїна Г.Є., Труфанова Н.А., Марценюк В.П., Щоголев А. С. Біоінженерія пробіотичних гідрогелевих плівок з високою антимікробною активністю /	52
--	-----------

... ПРИРОДООХОРОННІ ТЕРИТОРІЇ ...

Бондаренко Г.М., Рокитянський А.Б. Флора проєктованого Національного природного парку "Мжанський" (Харківська область). Частина 2: заплавні комплекси /	63
--	-----------

... ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН ...

Авксентьєва О.О., Батуєва Є.Д., Фесенко М.О. Регуляція селективним світлом морфогенетичних реакцій <i>Glycine max</i> (L.) Merr. за умов <i>in vivo</i> та <i>in vitro</i> /	105
Яворська Г.В., Воробець Н.М. Оцінка протигрибкової активності «зелених» екстрактів <i>Solidago canadensis</i> /	115

... ІНФОРМАЦІЯ ...

Правила для авторів /	124
------------------------------------	------------

... ZOOLOGY ...

Zagorodniuk I., Nikolaichuk O. The southern distribution limit of the lynx (<i>Lynx lynx</i>) in the Middle Dnipro region: factors of advance and restriction /	6
Kieneke A.J., George K.H., Trokhymchuk R.R. The meiobenthic communities of Senghor Seamount (Cabo Verde, tropical East Atlantic) /	14
Patsyuk M.K. Species composition and ecology of naked amoebae in Ukraine and adjacent territories / ..	27
Perevozchikova N., Yeremenko S., Yatsenko Y. Digitization of the primate collection at the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University) /	43

... MICROBIOLOGY ...

Trufanov O.V., Ananina Г.Е., Trufanova N.A., Martsenyuk V.P., Schogolev A.S. Bioengineering of probiotic-loaded hydrogel films with high antimicrobial activity /	52
--	-----------

... NATURE CONSERVATION AREAS ...

Bondarenko H.M., Rokytiatskyi A.B. Flora of the projected Mzhanskyi National Nature Park (Kharkiv Region). Part 2: Floodplain complex /	63
--	-----------

... PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY ...

Avksentieva O.O., Batuiyeva Y.D., Fesenko M.O. Regulation of morphogenetic reactions of <i>Glycine max</i> (L.) Merr. by selective light <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> /	105
Yavorska H.V., Vorobets N.M. Evaluation of antifungal activity of "green" <i>Solidago canadensis</i> extracts /	115

... INFORMATION ...

Author guidelines /	124
----------------------------------	------------

... ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ... ZOOLOGY AND ECOLOGY ...

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-1>
 УДК: 599.74: 591.522(477)

Південна межа поширення рисі (*Lynx lynx*) у Подніпров'ї: фактори сприяння та обмеження І. Загороднюк, О. Ніколайчук

Представлено аналіз південної межі поширення рисі у Подніпров'ї, на ділянці від Житомира до Ніжина, тобто на відтинку української частини Полісся, відомої як Придніпровське Полісся. Цей район є зоною природного росту чисельності і розширення ареалу виду і являє собою важливу модель для аналізу потенціалу видів-індикаторів Поліської природної зони до відновлення їх колишньої присутності і ролі у фауністичних угрупованнях Полісся. Загалом південну смугу поширення рисі в регіоні описано за 17 місцезнаходженнями, більшість з яких є найпівденнішими для всього поліського сегменту географічного ареалу рисі в межах України. Всі точки виявлення виду, що окреслюють південну смугу його поширення, стосуються ділянок, де рись не була відома раніше. До аналізу включено тільки дані про знахідки виду в останні 10–15 років, і всі подібні маргінальні знахідки по суті і є новими, не давнішими за 2010–2020-ті роки. Це стало наслідком наростання чисельності поліської популяції і засвідчує процес розширення видового ареалу у регіоні. Розглянуто фактори обмеження і сприяння росту чисельності популяції і експансії виду на нові ділянки. Ключовими є три фактори сприяння, серед яких розвиток кормової бази, зменшення антропогенного пресу і наявність природних екокоридорів з потужними природними ядрами площею 1–2 тис. га. Важливим фактором популяційного росту і розселення рисі стала висока (відновлена) чисельність видів, які є потенційними об'єктами полювання рисі, передусім сарн і свиней. Одним із пускових механізмів відновлення географічних ареалів поліських видів великорозмірних ссавців, зокрема й рисі, стали суттєві зміни антропогенного навантаження на природні комплекси Центрального Полісся, суттєве зменшення господарської діяльності і фактичне припинення полювань (певною мірою і браконьєрства), чому по суті сприяли і наявність Чорнобильської зони відчуження, і воєнний стан в Україні, і посилений у зв'язку з ним контроль прикордонних районів, а також суттєві обмеження будь-якої діяльності людей у лісових масивах. При збереженні поточних мінімальних рівнів антропогенного навантаження на природні комплекси регіону вид може просунутися на південь ще на 50–70 км.

Ключові слова: рись євразійська, межі поширення, експансії, природна зональність, біогеографія України

Цитування: Загороднюк І., Ніколайчук О. Південна межа поширення рисі (*Lynx lynx*) у Подніпров'ї: фактори сприяння та обмеження. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 45, 6–13. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-1>

Про авторів:

Загороднюк І. – Національний науково-природничий музей НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, Україна, 01030, zoozag@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0523-133X>

Ніколайчук О. – Українське теріологічне товариство НАН України, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ, Україна, 01030, aln45245@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-0973-844X>

Подано до редакції: 12.10.2025 / Прорецензовано: 19.11.2025 / Прийнято до друку: 18.12.2025 / Опубліковано: 31.12.2025

Вступ

Рись євразійська (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758) — один зі знакових видів, який є не тільки прикрасою поліської природи і одним з високораритетних видів європейської фауни, але й емблемою всіх видань Українського теріологічного товариства НАН України. Це не просто індикатор біогеографічної зони, це індикатор незайманості природи і шанобливого ставлення до неї всіх користувачів природними ресурсами. Після періоду значної та тривалої депресії популяції по всій Україні цей вид хижих відновлює свою чисельність і свій ареал, зокрема й у Центральному та Східному Поліссі (Жила, 1999, 2012, 2021; Gashchak et al., 2022).

На сьогодні сформувалася широка смуга поширення виду в українській частині Полісся, що характеризується кількома особливостями (Загороднюк, Різун, 2022): 1) концентрацією більшості знахідок у найбільш північних прикордонних (по суті важкодоступних для людей) районах, 2) суттєвим розмиванням у просторі густоти знахідок у найбільш південних місцезнаходженнях, 3) наростанням до краю ареалу частки реєстрацій загиблених тварин.

Все це важливо з огляду на кілька пов'язаних процесів біогеографічного циклу. Серед них — перевірка сталості південної межі Полісся за даними про індикаторні види, серед яких і рись, що відновлює свій ареал; аналіз темпів відновлення ареалу цим хижаком з оцінкою обсягів природних або квазіприродних ділянок, які можуть бути колонізовані в процесі відновлення ареалу; виявлення закономірностей розселення, включно з послідовністю і термінами появи самотніх самців-мігрантів, самок, готових до розмноження та сімейних груп; аналіз проявів помірної синантропізації хижаків в умовах урбанізації регіону і фрагментації території.

Мета цієї праці — окреслити сучасну південну межу поширення рисі євразійської у Подніпров'ї та проаналізувати фактори її формування, включно з оцінкою напрямків і темпів розселення виду та перспектив стабілізації меж його поширення в регіоні.

Огляд маргінальних знахідок

В основу цього доробку покладено статтю «Рись євразійська в Українському Поліссі: біогеографічний аналіз» (Загороднюк, Різун, 2022), в якій подано кадастри знахідок, відомих на 2020 р. (рис. 1). Такі дані доповнено і уточнено, при цитуванні згаданої праці використано акронім «(ZR22)». На основі всіх доступних даних сформовано вибірку місцезнаходжень, що є найбільш відділеними від основного ареалу, тобто найбільш південними.

Житомирська обл. (пд. сх., # 1–7): • Коростишівський р-н, окоп. с. Осиковий Копець і Грабівка, 02.2011, здобуто 1 екз., як трофей, повід. працівників мисливського товариства (Весельський, 2018; особ. повід.); • Коростишівський ліс, пд. сх., постійно з 2010–2012, самці-одинаки і пари (дані П. Печенюка); • Коростишів, лісовий масив на сх., «з близько 2000 і далі спочатку самці, згодом пари і кубляться» (П. Печенюк, особ. повід.); • Коростишівський лісовий масив (центр) [те саме] (ibid.); • Радомишль, сх. окоп., лісовий масив [те саме] (ibid.); • Радомишльський лісовий масив (центр і схід), в бік Товсте і Таборище [те саме] (ibid.); • Радомишльський лісовий масив, ближче до Брусилова, недавній вселенець з боку Радомишля (ibid.).

Київська обл. (правобережжя, # 8–10): • Бучанський р-н, на пн. від ст. Спартак (точка на мапі на Поташні), з кінця 2019 до 2021 р., дані від егерів (С. Жила, особ. повід.) (ZR22). • Макаріївський р-н, окоп. дачного селища «Дальні сади», 50.555569, 29.926197, 27.09.2025, пряме спостереження на околиці селища (дані О. Ніколайчука). • Вишгородський (кол. Димерський) р-н, с. Абрамівка, 12.02.2011, 1 екз. в кол. ННПМ, лег. Л. Шевченко (Шевченко, 2007) (ZR22).

Київська обл. (лівобережжя, # 11–13): • Вишгородський р-н, мікроріччя Дніпра і Десни, між сс. Хотянівка і Лебедівка, сосняк, 2 юв. (?), на дереві, осінь бл. 2010–2011 р. (О. Гордовський, особ. повід.) (ZR22); • Вишгородський р-н, Вище-Дубечанське ЛГ (точка на мапі на Вища Дубечня), 2005–2008 рр., регулярно зустрічі 1 особини (Сагайдак, 2009)¹; • Вишгородський р-н, окоп. с. Нижня Дубечня, лісгосп, здобуто бракон'єрами в сезон полювання, бл. 2012 р., повід. та фото зі зпольованим звіром від мисливців (ZR22).

Чернігівська обл. (# 14–17): • Корюківський р-н (кол. Бобровицький р-н), окоп. с. Браниця, Ніжинський держлісгосп, Коляжинське лісництво (на сх. від с. Браниця), орієнтовно 50.82984, 31.31041, 04.2015, рештки рисі у кв. 3 (дані О. Вобленка) (ZR22); • там само, Коляжинське лісництво, бл. 2010–2011 рр., здобуто самку з малям (А. Сагайдак, дані від мисливців) (ця робота), • там само, лісництво, бл. 2015–2016 рр., пес на вуглі вилякав рись, пряме спостереження (А. Сагайдак, особ. повід. за даними від близьких) (ця робота); • Ніжинський р-н (кол. Бобровицький), окоп. с. Кобижча, Кобижчанське лісництво, 2014–2015 рр., поодинокі зустрічі звіра (дані О. Вобленка)² (ZR22).

Окремо про найновішу й найпівденнішу точку на Київщині (№ 9). Рись там однозначно ідентифікована бл. 25 серпня 2025 р. у 20 м від межі дачного селища, недалеко від автозупинки: звір живився на смітнику (туди не тільки дачники, але й селяни ввозять відходи) і його в деталях спостерігав колега (О. Ніцецький), надвечір, бл. 17:45, коли він йшов з автобуса до селища.

Колега ясно описав всі 5 польових ознак: розмір з невеликого пса, висока й коротка статура, чіткі китиці на вухах, куций хвіст, рудий тон хутра, виразна плямистість. Після цього він зацікавився, чи не рисі належать звуки, які він не раз чув, і по записах на відповідних сайтах (напр., <https://xeno-canto.org>) впевнився в тому. Те саме підтвердили й сусіди. Звір з'явився бл. 2020 р. («коли був ковід»), і напевно живе в самому селищі, в його занедбаній частині, на одному з горіщ. Селище відділено від великого лісового масиву кілометровою смугою ріллі, але до нього на ділянці, де ходить автобус і знаходяться смітники, йде лісосмуга. Напевно, селище звір сприймає як окремий «лісовий» масив. Ще однією

¹ Первинною є публікація 2000 р. в одному зі студентських збірників, від якої зберігся лише вихідний файл з назвою «Особливості екології рисі (*Lynx lynx* L.) У Чернігівському Поліссі»; ці дані згодом відтворено у збірнику 2009 р., зацитовано тут.

² Відомості, позначені як «дані О. Вобленка», походять від його учнів; з листа 16.08.2016: «Інформація по Ніжинському держлісгоспу — від мисливствознавця цього ДЛГ О. Я. Огієнка».

важливою деталлю є те, що в селищі всі ці роки зникають коти, 20–30 за рік, чого раніше не було, і всі впевнені, що їх полює рись. Часто зникає і птиця.

Отже, маємо 17 фактичних місцезнаходжень, які окреслюють найбільш південні межі поширення рисі у Подніпров'ї, на ділянці від Житомира до Ніжина (рис. 2). Відстані між ними значні –

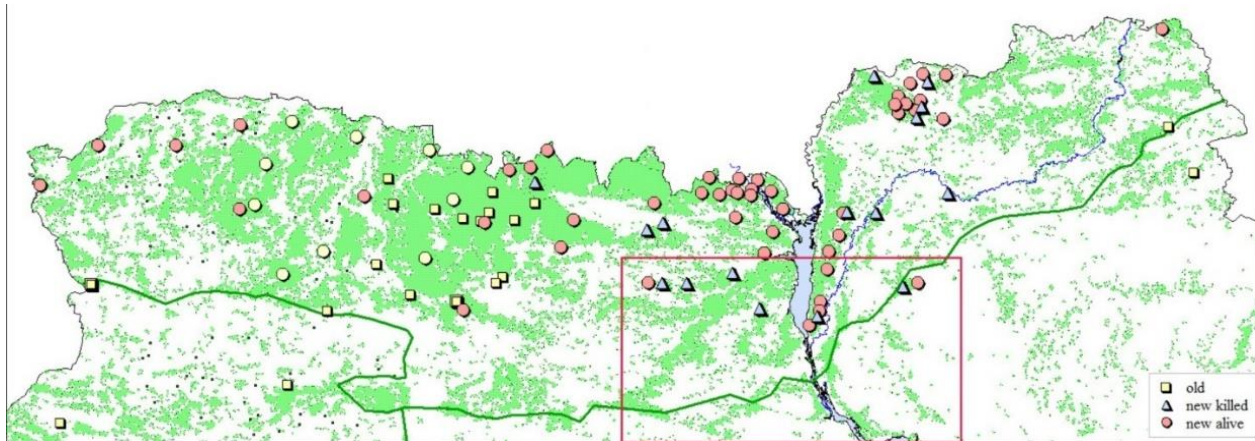


Рис. 1. Загальна схема поширення рисі на території Українського Полісся за оглядом 2022 р. (Загороднюк, Різун, 2022). Зелена лінія — південна межа Полісся за загальноприйнятими біогеографічними схемами. Прямокутник — фрагмент, детально проаналізований у цій праці (рис. 2). Різними значками показано три категорії реєстрацій: старі (□), нові з загиблими тваринами (Δ), нові на основі прижиттєвих реєстрацій (○).

Fig. 1. General distribution pattern of the lynx in the Ukrainian Polissia region according to the 2022 review (Zagorodniuk, Rizun, 2022). The green line is the southern border of Polissia according to generally accepted biogeographical schemes. The rectangle is a fragment analysed in detail in this work (Fig. 2). Different symbols indicate three categories of records: old (□), new records of dead animals (Δ), and new records of live animals (○).

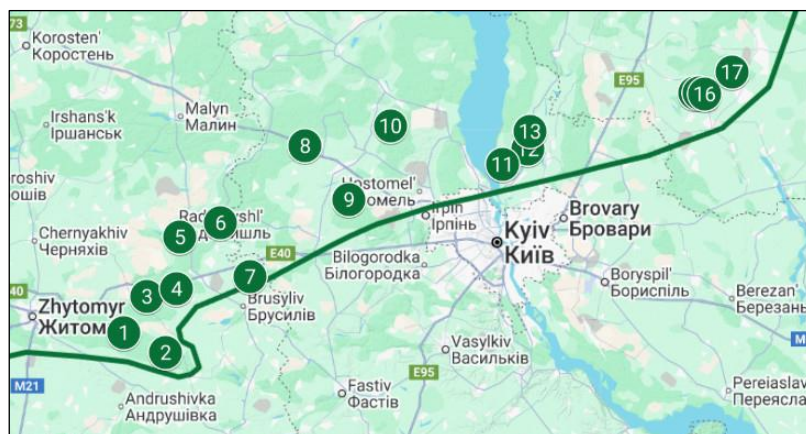


Рис. 2. Найбільш південні знахідки рисі у Подніпров'ї (Київська і суміжні райони Житомирської й Чернігівської обл.). Номери місцезнаходжень відповідають наведеним у тексті. Очевидно, що «вікно» між пунктами 13 та 16 має бути заповненим (Залісся), і відсутність там позначки є лише справою часу. Зелена лінія — ймовірна південна межа поширення виду в регіоні.

Fig. 2. The southernmost records of lynx in the Middle Dnipro region (Kyiv and adjacent areas of Zhytomyr and Chernihiv oblasts). The location numbers correspond to those given in the text. Obviously, the 'window' between points 13 and 16 should be filled in (Zalissia), and the absence of a mark there is only a matter of time. The green line indicates the probable southern limit of the species' distribution in the region.

в середньому близько 20–30 км, що визначається острівним характером більш південних лісових масивів. Через це ніякого прямого зв'язку між ними немає, і всі вони є похідними від основного більш північного ареалу. Фактично всі такі місцезнаходження — ізоляти, до яких окремі особини проникли завдяки міграційній активності, та, ймовірно, далеко не в усіх випадках там сформовані популяційні групи.

Загальна характеристика межі ареалу

Існує декілька факторів, що можуть обмежувати ареал виду з півдня; попередній аналіз їх представлено раніше (Загороднюк, Різун, 2022). До аналізу включено тільки дані про знахідки виду в останні 10–15 років, проте важливо підкреслити, що всі вони є новими, найпівденнішими, що свідчить про розселення виду і просування межі на південь.

Іншими словами, має місце динаміка меж ареалу, при тому ця динаміка йде у зворотному напрямку відносно багатьох інших біогеографічних процесів, які визначаються глобальними кліматичними змінами в бік потепління і, відповідно, зміщення меж поширення видів і меж природних зон на північ. У випадку з риссю маємо зворотну тенденцію, що важливо проаналізувати.

Насамперед, такий процес має свідчити про розширення ареалу, яке має тлумачитися не як експансії на нові території, а як відновлення колись втрачених його частин. У цілому можна говорити, що встановлена тут межа ареалу відповідає традиційним уявленням про межі Полісся й Лісостепу (напр., Шарлемань, 1937; Щербак, 1988). У якості фізичного бар'єру відновлення ареалу рисі припускалася мережа найбільших автотрас з відповідною придорожною інфраструктурою і численними селищами (Загороднюк, Різун, 2022). Наразі очевидно, що цей неприродний бар'єр подолано, і, отже, межа не є усталеною, і рись продовжує розселення на південь.

Аналіз межі й факторів її формування

Важливо розглядати декілька факторів сприяння і протидії розселенню. У ревізії 2022 р. таких визнавалося три, при тому всі вони могли бути факторами протидії (Загороднюк, Різун, 2022):

- (1) малий потенціал розселення через малий приріст і низьку дисперсію;
- (2) значну господарську освоєність і фрагментованість природних комплексів на півдні Полісся (включно з обмеженням поширення автошляхом М07);
- (3) низьку кормність угідь і великий прес на «мисливську» фауну.

Проте процес наростання чисельності і збільшення меж поширення триває, що дозволяє говорити не лише про відновлення ареалу на фоні цих потужних факторів стримування, але й про фактори сприяння. Такими є:

(1) поява потужної кормової бази внаслідок розвитку мережі мисливських господарств і навіть заповідних територій. Тут, при наявності міцних популяцій сарни і свині, рись з'являється навіть раніше вовка, спочатку самці-мігранти, потім самки і, нарешті, виводки. Такий процес відмічений по всьому регіону дослідження. Рись дуже швидко з'являється у кормних місцях, попри «визнану» територіальну консервативність;

2) наявність великих, площею понад 1–2 тис. га, ділянок з високими бонітетами (1–3), які є продовженням мережі зони суцільних деревостанів Полісся і отримують заощадливі форми лісогосподарювання через отримання статусу природно-заповідних територій (навіть низькорангових заказників) або мисливських угідь, інколи й елітних, на яких роботи з вирощування лісу під рубку перестають бути основною задачею. У 2000-х роках цей процес набув виразних масштабів, що сприяло формуванню як багатой кормової бази, так і важливих оселищ для хижих;

3) конфігурація природних екокоридорів уздовж мережі малих річок, що стікають на північ, у басейн річки Прип'ять, звідки природним шляхом може йти та йде розселення хижака за градієнтами його популяційної щільності й доступної кормової бази, а також придатних, великих за площею оселищ. Такий варіант екомережі виявився одним із найкращих факторів спрямованої дисперсії приросту популяції (насамперед, молодняка і холостих самців) на південь і формування градієнтів і хвиль експансії виду в напрямку з північних до південних районів Полісся.

Одночасно загальним потужним фактором стабілізації популяцій і сприяння їхньому росту стали події останніх 10–12 років, що спровокували нові режими природокористування в умовах війни. Стався значний спад активності як підприємств лісового й сільського господарства, так і місцевого населення у природних місцезнаходженнях; припинено всі форми полювання (вкл. й браконьєрське); відбулося затухання багатьох проєктів з освоєння природних ділянок (розорювання, забудови, перетворення на лісові плантації). Як наслідок, частка мало порушених або й таких, що перейшли у процес відновлення, ділянок почала зростати, а загальний антропогенний прес на природні

комплекси зменшився. Все це сприятливо позначилося на стані фауністичних угруповань, зокрема й на популяціях рисі.

Щодо динаміки меж ареалу

Очевидним є факт, якому багато хто ще недавно влаштовував спротив — межі природних зон і типових для них видів рослин і тварин перебувають в постійній динаміці. І нині очевидний фактор глобальних кліматичних змін (власне, поточної фази потепління), що веде до дедалі більшого зміщення на північ багатьох природних меж, не є єдиним.

Йому протидіє інший фактор — природне відновлення ареалів тих типів угруповань і тих індикаторних видів, які були затиснуті в екологічні гетто людиною, її господарською діяльністю, тобто сумнозвісним і таким формально лагідним «антропогенним фактором». На наших очах відбувся ренесанс поліської фауни в Чорнобильській зоні, де, попри жахливі наслідки технокатастрофи, природа відродилася. Ми побачили зростання популяцій багатьох лісових видів, включно з відновленням зниклих у «дочорнобильську» епоху поліських популяцій великих звірів — ведмеда (Gashchak et al., 2016; Жила, 2024), рисі (Жила, 2021; Gashchak et al., 2022), а також значний ріст популяції оленя (Жила, 2022; Zagorodniuk, 2022) та загалом наростання рясноти макротеріофауни, що фіксують і прямі дані, і фотопастки (Гащак та ін., 2006; Гащак, 2008; Вишневський, 2021; Gashchak et al., 2024).

Таке популяційне зростання чисельності багатьох видів, що по суті стало процесом відновлення багатьох видів, надто представників макротеріофауни, обернулося і помітним розширенням ареалів багатьох з них. Дотепер «свіжими» виглядають перші реєстрації рисі у 2003–2005 р. у Міжріччі Дніпра і Десни (Сагайдак, 2009), а також на Малинщині та в Бородянському районі Київщини (Загороднюк, Різун, 2022), проте вид «рухається» далі (ця робота). Такий ефект відродження природи, попри біду, можна назвати «чорнобильським»: різке зменшення антропогенного навантаження (включно з полюванням), а в значній частині випадків і припинення будь-якої значимої діяльності чи навіть присутності людини стає позитивом для природи. І такі зміни у природокористуванні виявляються важливішими за надскладні процедури створення заповідних об'єктів.

По суті такі самі процеси відновлення природи розпочалися в умовах нової фази російської війни проти України, тобто з 2022 р. Звісно, мова про території, не охоплені активними бойовими діями або на яких мілітарна активність була епізодичною і згасла (зокрема й у Подніпров'ї в межах Київщини). Заборона полювання на значних територіях і суттєві обмеження у відвідуванні громадянами природних ділянок, припинення багатьох форм природокористування (і навіть обліку мисливської фауни) позитивно позначилися на стані фауністичних комплексів.

Не всі зміни, що сталися внаслідок цього, були позитивними (наприклад, сформувалася надмірна чисельність лисиці, недостатньою є біотехнія, яка довгий час була нормою для багатьох угідь). Проте всі колеги й природокористувачі, з якими доводилося спілкуватися авторам, відмічають явне зростання чисельності багатьох видів «мисливських» звірів в різних районах Придніпровського Полісся й суміжних районів Лісостепу. Серед прикладів і надвеликий ріст популяції оленя в Придніпровському Поліссі (Zagorodniuk, 2022), де ще 25 років він був доволі нечисленним (Гащак та ін., 2006; Вишневський, Котляров, 2008). Не можна не оцінити значення таких змін для прояву двох ключових факторів існування на Поліссі рідкісних видів хижих, зокрема й рисі:

а) суттєве зменшення турбування; б) значне покращення кормової бази.

Як результат маємо очевидне зростання чисельності високо раритетного виду хижих і розширення його ареалу. При тому це розширення перейшло за раніше описані межі, які здавалися вже нездоланими, серед них і великі автобани (Загороднюк, Різун, 2022): рись перейшла їх і почала формувати нові сегменти ареалу далеко на південь від Чорнобиля. Загалом вид за близько 25 років (якщо рахувати від 2000 р.) «пройшов» 120–150 км, тобто темп розселення склав порядку 45–60 км за 10 років. І це не є розселенням у сучасному розумінні експансії видів-вселенців, а по суті є процесом відновлення колишнього ареалу. Подібні процеси тривають й стосовно поліської популяції ведмеда, який наразі відомий не лише за рідкісними заходами з території суміжних країн, але й за регулярними реєстраціями в багатьох районах Центрального Полісся (Gashchak, 2024).

Поточний контур ареалу рисі в Подніпров'ї на сьогодні фактично досяг свого можливого максимуму, оскільки далі на південь великі лісові масиви фактично відсутні. У першому наближенні можна говорити, що південний контур ареалу рисі, принаймні у Подніпров'ї, тепер відповідає південним межам Полісся як природної зони. І ця історія є ще одним прикладом того, що лісові види не відходять на північ, а здатні розселятися й на південь, відновлюючи втрачені частини свого

природного ареалу. Тобто, в частині випадків суттєве зменшення або й припинення антропогенних впливів на біоту може бути навіть важливішим за кліматичні фактори, які могли провокувати скорочення південних меж поширення поліських видів.

Важливим новим фактором поширення може стати часткова синантропізація рисі. Таке явище не раз відмічено для більш урбанізованої і більш терпимої до присутності великих хижих, і в різних джерелах мова йде про часте заселення великими хижими, зокрема й рисями, приміських зон (Bunnfeld et al., 2006; Bateman, Fleming, 2012; Dybas, 2017). Подібний факт тепер зареєстровано на Київщині (див. вище про точку 9). До цього можна додати описи поселень рисі у покинутих в умовах війни селищах на півночі Чернігівщини, де рись поселяється на горищах, зокрема на території ТОВ «Олександрівське мисливське господарство». Очевидно, що за таких процесів рись може невдовзі з'явитися і в Пущі-Водиці, і в Заліссі, і Броварському лісництві, а від нього на південь до Процева і, можливо, й до району Букрина.

Отже, в поточний час відбувається активне розселення рисі в Подніпров'ї з виразним наростанням загальної чисельності, зміщенням на південь межі поширення виду і ознаками часткової синантропізації, чому сприяє заборона полювання, зменшення браконьєрства і суттєве зменшення користувацького навантаження на природні комплекси.

Подяки

Щира подяка колегам, які сприяли накопиченню відомостей про знахідки рисі в регіоні досліджень та обговоренні отриманих результатів і сформульованих гіпотез, зокрема М. Весельському, О. Вобленку, С. Жилі, М. Колеснікову, А. Сагайдаку. Особлива подяка О. Ніцецькому та П. Печенюку за детальні описи нових найбільш південних знахідок виду в регіоні дослідження. Дякуємо С. Гащак, І. Мерзлікіну та В. Яковлеву за коректуру тексту статті та важливі зауваження. Наша подяка З. Баркасі за редагування англійських частин рукопису.

Фінансування

Дослідження проведено в конкурсній плановій темі ННПМ № ІІ-27-25 «Розроблення критеріїв оцінки біотичного різноманіття та цінності природних об'єктів для визначення рівня антропогенної трансформації біоти екосистем на окремих заповідних і порушених воєнними діями територіях України».

Поводження з матеріалом

Дослідження не передбачало роботу з живим матеріалом.

Список літератури / References

- Весельський М.Ф. (2018). Реєстрація ссавців Червоної книги України на території Житомирської області. В кн.: Акімов І.А. (ред.). *Матеріали до 4-го видання Червоної книги України. Тваринний світ. Том 1*. Інст. зоол. НАН України, Київ, 94–96. [Veselsky M.F. (2018). Registration of mammals of the Red Book of Ukraine on the territory of Zhytomyr oblast. In: Akimov I.A. (ed.). *Materials for the 4th edition of the Red Book of Ukraine. Fauna, Volume 1*. Inst. zool. NAS of Ukraine, Kyiv, 94–96]. ISBN 978-966-02-8577-4. [In Ukrainian]
- Вишневецький Д., Котляров О. (2008). Оцінки чисельності макрофауни ссавців Зони відчуження Чорнобильської АЕС: аналіз різних джерел даних. *Праці Теріологічної школи*, 9, 21–27. [Vyshnevsky, D., Kotlyarov O. (2008). Estimations of large mammal species abundance in the Chernobyl Exclusion Zone: an analysis of different sources of data. *Proceedings of the Theriological School*, 9, 21–27]. [In Ukrainian] <http://doi.org/10.53452/TU0905>
- Вишневецький Д. (2021). Досвід малоресурсного дослідження фауни за допомогою фотопасток. *Theriologia Ukrainica*, 21, 114–124. [Vyshnevsky D. (2021). The experience of low-resource fauna research by using camera traps. *Theriologia Ukrainica*, 21, 114–124]. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.15407/TU2110>
- Гащак С.П., Вишневецький Д.О., Заліський О.О. (2006). Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна). За ред. С.П. Гащака. Славутич, 1–100. [Gashchak S.P., Vyshnevsky D.O., Zalisky O.O. (2006). *Fauna of Vertebrate Animals in the Chernobyl Exclusion Zone (Ukraine)*. Ed. by S.P. Gashchak. Slavutych, 1–100]. [In Ukrainian]

- Гащак С. (2008). Про досвід автоматичного фотографування диких тварин у Чорнобильській зоні. *Праці Теріологічної Школи*, 9, 28–36. [Gaschak S. (2008). About an experience of automatic photography of wild animals in the Chornobyl zone. *Proceedings of the Theriological School*, 9, 28–36]. [In Ukrainian]
- Жила С.М. (1999). Рись (*Felis lynx*) в Українському Поліссі. В кн.: *Поліському заповіднику — 30 років: Збірник наукових праць*. Житомир, 93–100. [Zhyla S.M. (1999). Lynx (*Felis lynx*) in Ukrainian Polissia. In: *Polissian Nature Reserve — 30 anniversary. Collection of articles*. Zhytomyr, 93–100]. [In Ukrainian]
- Жила С. (2012). Поліська популяція рисі (*Lynx lynx*) в Україні та план дій щодо її збереження. *Праці Теріологічної Школи*, 11, 98–112 [Zhyla S. (2012). Polissian population of *Lynx lynx* in Ukraine and action plan on its conservation. *Proceedings of the Theriological School*, 11, 98–112]. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.15407/ptt2012.11.098>
- Жила С. (2021). Рись (*Lynx lynx*) в Українському Поліссі: стан популяції та питання охорони. *Theriologia Ukrainica*, 21, 91–108. [Ukrainian] [Zhyla S. (2021). The Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Ukrainian Polissia: state of population and conservation issues. *Theriologia Ukrainica*, 21, 91–108]. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.15407/TU2108>
- Жила С. (2022). Олень шляхетний (*Cervus elaphus*) Чорнобильського радіаційно-екологічного заповідника: моніторинг, екологія, поведінка. *Theriologia Ukrainica*, 24, 151–170. [Zhyla S. (2022). Red deer (*Cervus elaphus*) in the Chornobyl biosphere reserve: monitoring, ecology, and behaviour. *Theriologia Ukrainica*, 24, 151–170]. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.15407/TU2414>
- Жила, С. (2024). Маркування ведмедем (*Ursus arctos*) дерев у Чорнобильському біосферному заповіднику. *Theriologia Ukrainica*, 27, 78–89. [Zhyla S. (2024). Bear (*Ursus arctos*) markings of trees in the Chornobyl Biosphere Reserve. *Theriologia Ukrainica*, 27, 78–89]. [In Ukrainian] <http://doi.org/10.53452/TU2709>
- Загороднюк, І., Різун Е. (2022). Рись євразійська (*Lynx lynx*) в Українському Поліссі: біогеографічний аналіз. *Theriologia Ukrainica*, 24, 104–119. [Zagorodniuk I., Rizun E. (2022). Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Ukrainian Polissia: a biogeographical analysis. *Theriologia Ukrainica*, 24, 104–119]. [In Ukrainian] <https://doi.org/10.15407/TU2410>
- Сарайдак А.В. (2009). Деякі екологічні особливості та сучасний стан популяції рисі (*Lynx lynx* L.) у східній частині Українського Полісся. В кн.: *Збереження та відтворення біорізноманіття природно-заповідних територій. Матеріали конференції*. Рівненська друкарня, Рівне, 560–566. [Sahaidak A.V. (2009). Some ecological peculiarities and modern state of lynx population (*Lynx lynx* L.) in eastern part of Ukrainian Polissia. In: *Conservation and Restoration of Biodiversity in Nature Protected Areas* (Proc. Conf. in Sarny). Rivne Publ. House, Rivne, 560–566.] [In Ukrainian]
- Шарлемань М. (1937). Зоогеографія УРСР: матеріали до вивчення географічного поширення наземних хребетних УРСР. Видання Друге. Видавництво АН УРСР, Київ, 1–235. [Charlemagne M. (1937). *Zoogeography of the Ukrainian SSR: Materials for Studying the Geographical Distribution of Terrestrial Vertebrates in the Ukrainian SSR. Second edition*. Academy of Sciences of the Ukr. SSR, Kyiv, 1–235]. [In Ukrainian]
- Шевченко Л.С. (2007). *Ссавці. Випуск 3. Carnivora. Lagomorpha*. ННПМ НАНУ. Київ, 1–80. [Shevchenko L.S. (2007). *Mammals. Issue 3. Carnivores. Lagomorphs*. Zool. Mus. of the National Museum of Natural History of Ukraine. Kyiv, 1–80]. [In Ukrainian]
- Щербак Н.Н. (1988). Зоогеографічний поділ Української РСР. *Vestnik Zoologii*, (3), 22–31. [Szczerbak N.N. (1988). Zoogeographical division of the Ukrainian SSR. *Vestnik Zoologii*, (3), 22–31]. [In Ukrainian]
- Bateman P.W., Fleming P.A. (2012). Big city life: carnivores in urban environments. *Journal of zoology*, 287 (1), 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00887.x>
- Bunnefeld N., Linnell J.D.C., Odden J., van Duijn M.A.J., Andersen R. (2006). Risk taking by Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in a human-dominated landscape: effects of sex and reproductive status. *Journal of zoology*, 270 (1), 31–39. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00107.x>
- Dybas C.L. (2017). The carnivores come to town. *BioScience*, 67 (12), 1018–1025. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix126>
- Gashchak S., Gulyaichenko Y., Beresford N.A., Wood M.D. (2016). Brown Bear (*Ursus arctos* L.) in the Chornobyl Exclusion Zone. *Proceedings of the Theriological School*, 14, 71–84. <http://doi.org/10.15407/ptt2016.14.071>
- Gashchak S., Barnett C.L., Beresford N.A., Paskevych S., Wood M.D. (2022). Estimating the population density of Eurasian lynx in the Ukrainian part of the Chornobyl exclusion zone using camera trap footage. *Theriologia Ukrainica*, 23, 47–65. <https://doi.org/10.15407/TU2307>

Gashchak S. (2024). Annotated review of the mammal fauna in the Chernobyl Biosphere Reserve as of 2023. *Theriologia Ukrainica*, 28, 3–33. <https://doi.org/10.53452/TU2803>

Zagorodniuk, I. (2022). The red deer (*Cervus elaphus*) in Ukraine: population trends and modern distribution. *Novitates Theriologicae*, 13, 92–98. <http://doi.org/10.53452/nt1341>

The southern distribution limit of the lynx (*Lynx lynx*) in the Middle Dnipro region: factors of advance and restriction

I. Zagorodniuk, O. Nikolaichuk

An analysis of the southern distribution limit of the lynx in the Middle Dnipro region, in the area from Zhytomyr to Nizhyn, i.e. in the Ukrainian part of Polissia known as Prydniprovskye Polissia, is presented. This area is a zone of natural growth in abundance and expansion of the species' range and represents an important model for analysing the potential of indicator species in the Polissia natural zone to restore their former presence and role in the faunal communities of the Polissia. In total, the southern range of the lynx in the region is described in 17 locations, most of which are the southernmost for the entire Polissia segment of the lynx's geographical range within Ukraine. All locations where the species has been recorded, delineating the southern edge of its range, are in areas where the lynx had not been known to occur previously. The analysis includes only data on findings of the species in the last 25 years, and all such marginal findings are essentially new, dating no earlier than 2010–2020. This is a result of the growing lynx population in the Polissia and shows how the species is spreading in the region. Factors limiting and supporting population growth and species expansion into new areas are considered. The three key supporting factors are the development of the food base, a decrease in anthropogenic pressure, and the presence of natural eco-corridors with powerful natural cores covering an area of 1–2 thousand hectares. An important factor in the population growth and dispersal of the lynx was the high (restored) abundance of species that are potential prey for the lynx, primarily roe deer and wild boar. One of the triggers for the restoration of the geographical ranges of large mammals in the Polissia region, including the lynx, was the significant reduction of human impact on the natural complexes of Central Polissia, a substantial decrease in economic activity and the virtual cessation of hunting (and, to a certain extent, poaching), which was essentially facilitated by the existence of the Chernobyl Exclusion Zone, the war in Ukraine, and the resulting increased control of frontier areas, as well as significant restrictions on any human activity in forested areas. If the current minimum levels of anthropogenic pressure on the region's natural complexes are maintained, the species may advance southward by another 50–70 km.

Key words: Eurasian lynx, distribution limits, expansions, natural zonation, biogeography of Ukraine

Cite this article: Zagorodniuk I., Nikolaichuk O. The southern distribution limit of the lynx (*Lynx lynx*) in the Middle Dnipro region: factors of advance and restriction. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 2025, 45, 6–13. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-1> (In Ukrainian)

About the authors:

Zagorodniuk I. – The National Museum of Natural History at the National Academy of Sciences of Ukraine, Bohdan Khmelnytsky st., 15, Kyiv, Ukraine, 01030, zoozag@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0523-133X>

O. Nikolaichuk – Ukrainian Theriological Society, NAS of Ukraine, 15 Bohdan Khmelnytsky St., Kyiv, Ukraine, 01030, aln45245@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-0973-844X>

Authors contribution: All authors have contributed equally to this work. / **Внесок авторів:** Усі автори зробили рівнозначний внесок у підготовку цієї роботи.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Received: 12.10.2025 / Revised: 19.11.2025 / Accepted: 18.12.2025 / Published: 31.12.2025

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-2>
 UDC: 591.9:592

The meiobenthic communities of Senghor Seamount (Cabo Verde, tropical East Atlantic) A.J. Kieneke, K.H. George, R.R. Trokhymchuk

Seamounts interest researchers because of their high biodiversity, high levels of endemism, and their importance for the dispersal and evolution of species. Especially interesting is the role of seamounts in the biogeography and phylogeography of interstitial meiofauna, microscopic animals that mostly lack dispersal stages in their life cycle. In this study, we analyse the composition of meiobenthic communities of the Senghor Seamount (Cabo Verde). The material was collected during the M79/3 cruise of R/V Meteor in 2009. Benthic sediments were collected with a multicorer and fixed with formaldehyde. Further extraction of meiofauna by density gradient centrifugation, sorting and counting of higher-level taxa was carried out in the laboratory. Our analyses involved estimating taxa densities, estimating different diversity indices and comparing similarity across sampling sites using non-metrical multidimensional scaling (nMDS). The results of the analyses showed that the summit has the highest higher taxa richness (HT: 11–16), the lowest level of dominance (D: 0.23–0.28), and the highest evenness of meiobenthic communities. The slopes had a lower level of higher taxa richness (HT: 12–13), a higher level of dominance (D: 0.5–0.61), and a lower level of evenness. The base had the lowest higher-taxon richness (HT: 10), the highest level of dominance (D: 0.82–0.87), and the lowest evenness. The nMDS revealed four distinct communities at the summit, the slope and the base of Senghor Seamount as well as at the deep-sea reference stations. There was a high dissimilarity of stations on the summit, which may indicate both, high biodiversity and heterogeneity of habitats. The slopes, the base and the reference sites show closer grouping of stations, which may indicate lower biodiversity of these areas, however, a lower number of stations were analysed. In comparison with other Atlantic seamounts and islands, Senghor Seamount shows up the second place regarding richness of meiobenthic higher-level taxa. The noticeably higher meiobenthic density values could be caused by the increased pelagic primary production in the sea area off tropical western Africa. Overall, the meiobenthic communities of Senghor Seamount seem to support the hypothesis of seamounts as oases for fauna, demonstrating more diverse assemblages compared to reference areas in the deep sea.

Keywords: *meiofauna, biodiversity, biogeography, ecology, Cape Verde*

Cite this article: Kieneke A. J., George K. H., Trokhymchuk R. R. (2025). *The meiobenthic communities of Senghor Seamount (Cabo Verde, tropical East Atlantic). The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 45, p. 14–26. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-2>

About the authors:

Kieneke A. J. – German Centre for Marine Biodiversity Research (DZMB), Senckenberg am Meer, Südstrand 44, 26382, Wilhelmshaven, Germany; alexander.kieneke@senckenberg.de; <https://orcid.org/0000-0001-8180-2483>
 George K. H. – German Centre for Marine Biodiversity Research (DZMB), Senckenberg am Meer, Südstrand 44, 26382, Wilhelmshaven, Germany; kai.george@senckenberg.de; <https://orcid.org/0000-0001-6464-0099>
 Trokhymchuk R. R. – German Centre for Marine Biodiversity Research (DZMB), Senckenberg am Meer, Südstrand 44, 26382, Wilhelmshaven, Germany; rtrokhymchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9570-0226>

Received: 01.10.2025 / Revised: 11.11.2025 / Accepted: 16.12.2025 / Published: 31.12.2025

Introduction

Seamounts are seabed relief forms that exceed 1 km in height above the surrounding deep-sea floor (Yesson et al., 2011). The peculiarities of their topography and hydrodynamics provide special habitats for marine biota (Mohn et al., 2021, Tojeira et al., 2025). Seamounts may be characterized by a high level of primary productivity, which can affect both biodiversity and fauna density (Rogers, 1994), and is referred to as the “seamount effect” (Dower, Mackas, 1996, Misic et al., 2012, Zhao et al., 2023).

A specific ecological component of benthic communities is the meiobenthos (meiofauna), which consists of protist and metazoan organisms smaller than 0.5 mm but being retained on a 63 µm mesh (Schmidt-Rhaesa, 2020). The biogeography of especially marine meiofaunal organisms is affected by the so-called “meiofauna paradox”, connecting the widespread and disjunct distributions of many species in the absence of dispersal stages in their life cycles, especially in interstitial taxa (Giere, 2009). However, widespread distributions could be wrong assumptions and in fact represent limited distributions of several genetically distinct but morphologically difficult (or impossible) to delimit “cryptic species” (Cerca et al., 2018). In marine meiofauna research, including meiofaunal biogeography, seamounts are of significant interest. They are considered as hotspots with a potential high level of endemism and richness of fauna compared to the abyssal plain (e.g., Shank, 2010, Zeppilli et al., 2013, Trokhymchuk, Kieneke, 2024). Seamounts can play the

role of “stepping stones” (Gad, Schminke, 2004), which means they could promote the spread of meiofauna over long distances, but the entire role of seamounts in conjunction with the “meiofauna paradox” is probably more complex (George, 2013).

Senghor Seamount (SSM), located in Cabo Verde (Cape Verde) archipelago (Fig. 1A), is a fairly symmetrical and conical relief form. It is located in the northeast of the archipelago and is one of the edge points of volcanic activity that formed the Cape Verde archipelago (Kwasnitschka et al., 2024). Its base at the deep sea lays at around 3,200 m depth, and a considerably shallow summit plateau at about 100 m depth, which is predominantly covered with a layer of coarse organogenic sand (Christiansen et al., 2011). Fish (Hanel et al., 2010, Vieira et al., 2018) and planktonic fauna (Denda, Christiansen, 2014, Denda et al., 2017) of SSM have already been studied, and concerning the benthos, studies were conducted on polychaetes by Chivers et al. (2013) and Watson et al. (2014), and on kinorhynchids by Yamasaki et al. (2019). The results demonstrate a high number of endemic or possible endemic species for meiobenthic taxa.

In this study, we present results of the first analysis of the meiobenthic community based on higher-level taxa of Senghor seamount and compare them with those of other studied seamounts and islands of the Atlantic Ocean. Based on such pre-existing knowledge (e.g., Büntzow, 2011, Zeppilli et al., 2013, George, 2022), we expect differences of meiofaunal diversity and densities across the bathyal gradient of SSM. Possible drivers for such patterns, but also for differences between different seamounts will be discussed.

Materials and Methods

The cruise M79/3 of R/V Meteor (Fig. 1A–C) was conducted in the Cabo Verde (Cape Verde) region in September 2009 (Christiansen et al. 2011). Sediment samples were collected using a multiple corer (MUC) equipped with 12 cores of 9.4 cm inner diameter (= 69.40 cm² of sampled area per core tube) from aboard the research vessel. Samples were taken from summit plateau, slopes (flanks), seamount base and from abyssal plain at a distance of about 50 km and 100 km from SSM as southern and northern reference sites, respectively (Tab. 1; Fig. 1B, C). The composition of summit sediments was mainly of carbonate material of organic origin such as coral, echinoderm and mollusc fragments, amongst others (Fig. 1D, E).

The upper 5 cm of sediments were cut from each core sample and immediately fixed with formaldehyde at the final concentration of about 8% (v/v). Meiofaunal specimens were extracted by density gradient centrifugation (Pfannkuche, Thiel, 1988, Somerfield et al., 2005) using the colloidal silica Levasil®. Sorting of the major taxa was carried out at the department DZMB of Senckenberg am Meer, Germany; for a better visibility under the stereo microscope, each centrifuged sample was bulk-stained with Rose Bengal.

Table 1. Sampling stations of the multiple corers during the M79/3 cruise (Senghor Seamount) and cores that were analysed in the current study. * – depth according to the station protocol sheet, no depth value in the cruise report (failure of echosounder).

Cruise	Station	Corer	Latitude	Longitude	Depth [m]	region
M79/3	825	7	18° 05.00' N	22° 00.20' W	3293.9	deep reference N
M79/3	848	5	17° 11.31' N	21° 57.20' W	101.3	summit central
M79/3	849	2	17° 11.31' N	21° 57.20' W	102.0	summit central
M79/3	850	2	17° 11.31' N	21° 57.20' W	102.4	summit central
M79/3	864	2	17° 12.29' N	21° 57.69' W	132.4	summit NW
M79/3	864	7	17° 12.29' N	21° 57.69' W	132.4	summit NW
M79/3	865	4	17° 12.30' N	21° 57.70' W	383.2	summit NW
M79/3	866	3	17° 12.30' N	21° 57.70' W	133.6	summit NW
M79/3	934	7	17° 12.94' N	21° 56.37' W	565.2	upper slope NE
M79/3	934	10	17° 12.94' N	21° 56.37' W	565.2	upper slope NE
M79/3	1016	3	17° 09.80' N	22° 09.64' W	3193*	base W
M79/3	1016	8	17° 09.80' N	22° 09.64' W	3193*	base W
M79/3	1044	1	17° 10.62' N	21° 56.82' W	102.7	summit SE
M79/3	1046	5	17° 07.51' N	21° 55.50' W	1545.0	mid slope SE
M79/3	1049	2	16° 45.00' N	22° 06.01' W	3376.1	deep reference S

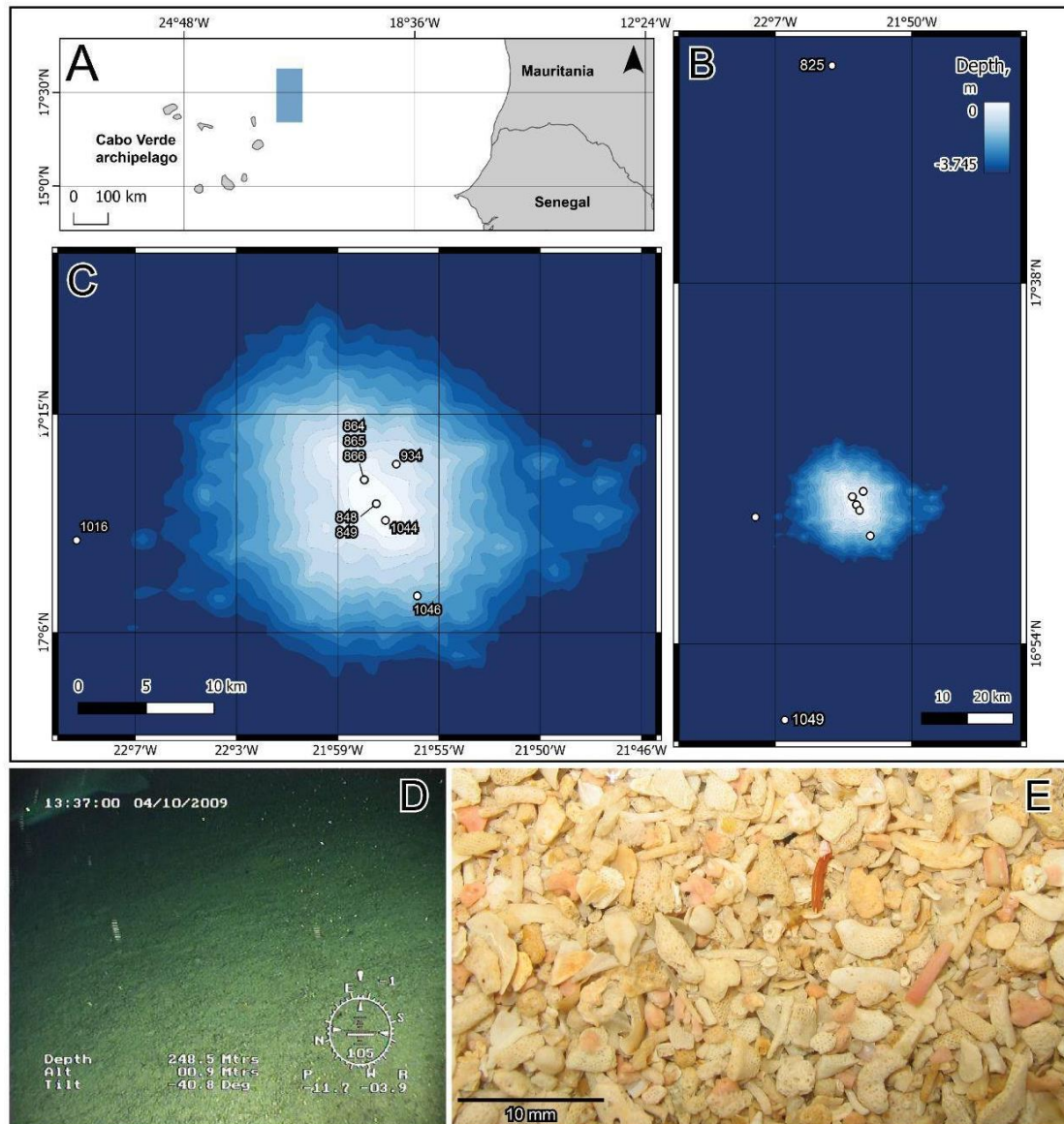


Fig. 1. Study area during the M79/3 expedition of R/V Meteor (September – October 2009). **A** Map covering the Cape Verde archipelago and western Africa and the study area in between (indicated by blue rectangle); **B** Study area with Senghor Seamount and northern and southern reference sampling sites (stations 825 and 1049); **C** Closeup of Senghor Seamount and analysed sampling sites on the summit plateau, the upper slope, the lower slope and the seamount base. Map source: GEBCO. **D** Still from ROV Mohawk (subAtlantic) video footage with upper slope of Senghor Seamount, station 862 at 248.5 m depth. Image by R. Koppelman, Hamburg; **E** Biogenic coarse sand from Senghor Seamount summit, station 845 at 102.9 m depth.

To assess meiobenthic diversity, we calculated the following diversity indices: higher taxa richness HT ; individuals number N ; dominance D (Simpson, 1949); Shannon Index H' (Shannon, Weaver, 1963); and Pielou's Evenness J (Pielou, 1966). The affiliation of taxa to dominance classes follows the classification of Engelmann (1978). For testing a possible bathymetric pattern of meiofaunal abundances, a linear regression between meiofaunal density of each core against its depths has been carried out. To analyse (dis)similarity between stations we performed non-metric multidimensional scaling (nMDS) based on absolute abundances and using the Bray-Curtis Index without transformation (Bray, Curtis 1957) as a

measure of (dis)similarity. We refrained to perform an analysis of variance such as the PERMANOVA due to an unbalanced sampling size between the sampled areas (summit, slope, base, reference sites). Statistical analysis was performed using software Past 4.03 (Hammer et al., 1999–2022). The map was created using the Open Source QGIS 3.34 Prizren.

Results

In total, from 15 sampling sites (13 MUC cores from Senghor seamount and two additional cores, one from each reference area) we recovered 47,338 meiofauna individuals, belonging to 19 taxa (44,991 individuals and 19 taxa for Senghor Seamount; 2,397 individuals and 11 taxa for reference sites; Tab. S1). The most abundant taxa were Nematoda (Figs. 2, 3A, B) and Copepoda (Figs. 2, 3H), including their nauplii, followed by Annelida (Figs. 2, 3E, F). The relative abundance of Nematoda showed an increase from the summit to the base, while that of Copepoda and Annelida decreased with increasing depth (Fig. 2, Table 2). Gastrotricha (Fig. 3I, J) exhibited a relative abundance up to 8.8% in summit samples. Tardigrada (Fig. 3C, D) also reached its highest relative abundance of up to 3.2% in summit samples. Relative abundances of Ostracoda (Fig. 3G) appear rather uniform across all seamount samples, ranging from 0.2 to 2.0%.

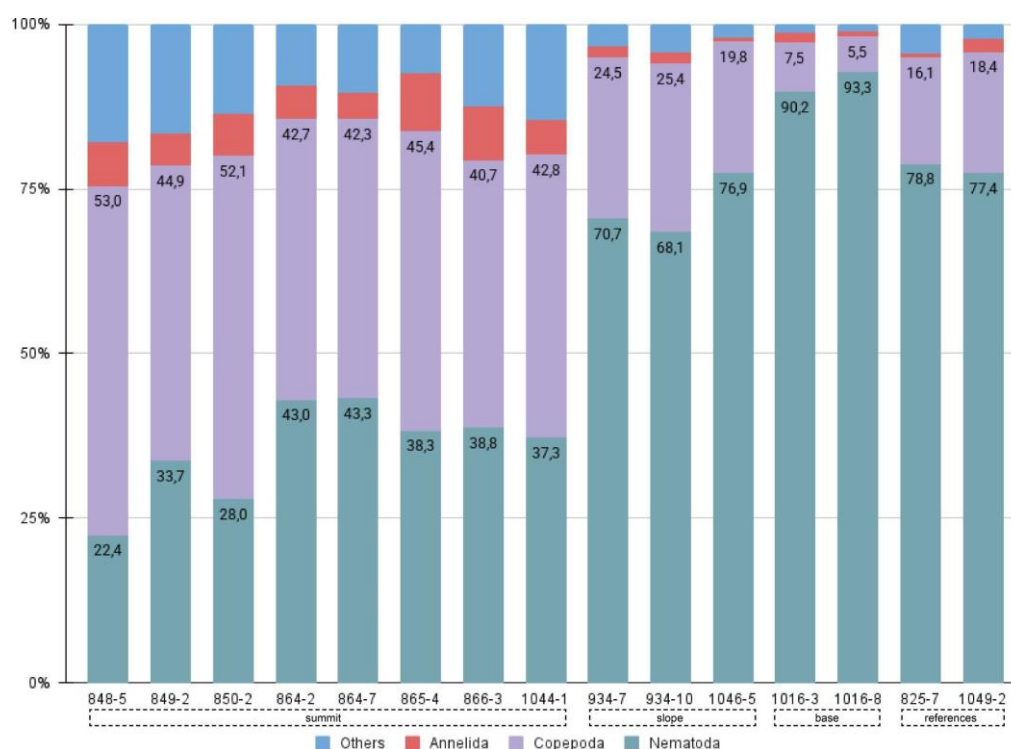


Fig. 2. Relative abundances of the most abundant meiofauna taxa from the analysed core samples of cruise M79/3 (Senghor Seamount). “Others” represent all the remaining taxa apart from Nematoda, Copepoda and Annelida (see Tab. S1).

Table 2. Ranges of relative abundance of the three most dominant meiofauna taxa and all remaining groups (see Tab. S1) pooled as “Others” at the three bathymetric areas sampled on Senghor Seamount and at two reference stations during cruise M79/3.

Area/taxon	Nematoda	Copepoda	Annelida	Others
Summit	22.4–43.3%	40.7–53.0%	4.0–8.9%	7.4–17.8%
Slope	68.1–76.9%	19.8–25.4%	0.6–1.8%	2.0–4.2%
Base	90.2–93.3%	5.5–7.5%	0.7–1.5%	1.1–1.3%
Reference samples	77.4–78.8%	16.1–18.4%	0.6–1.9%	2.3–4.4%

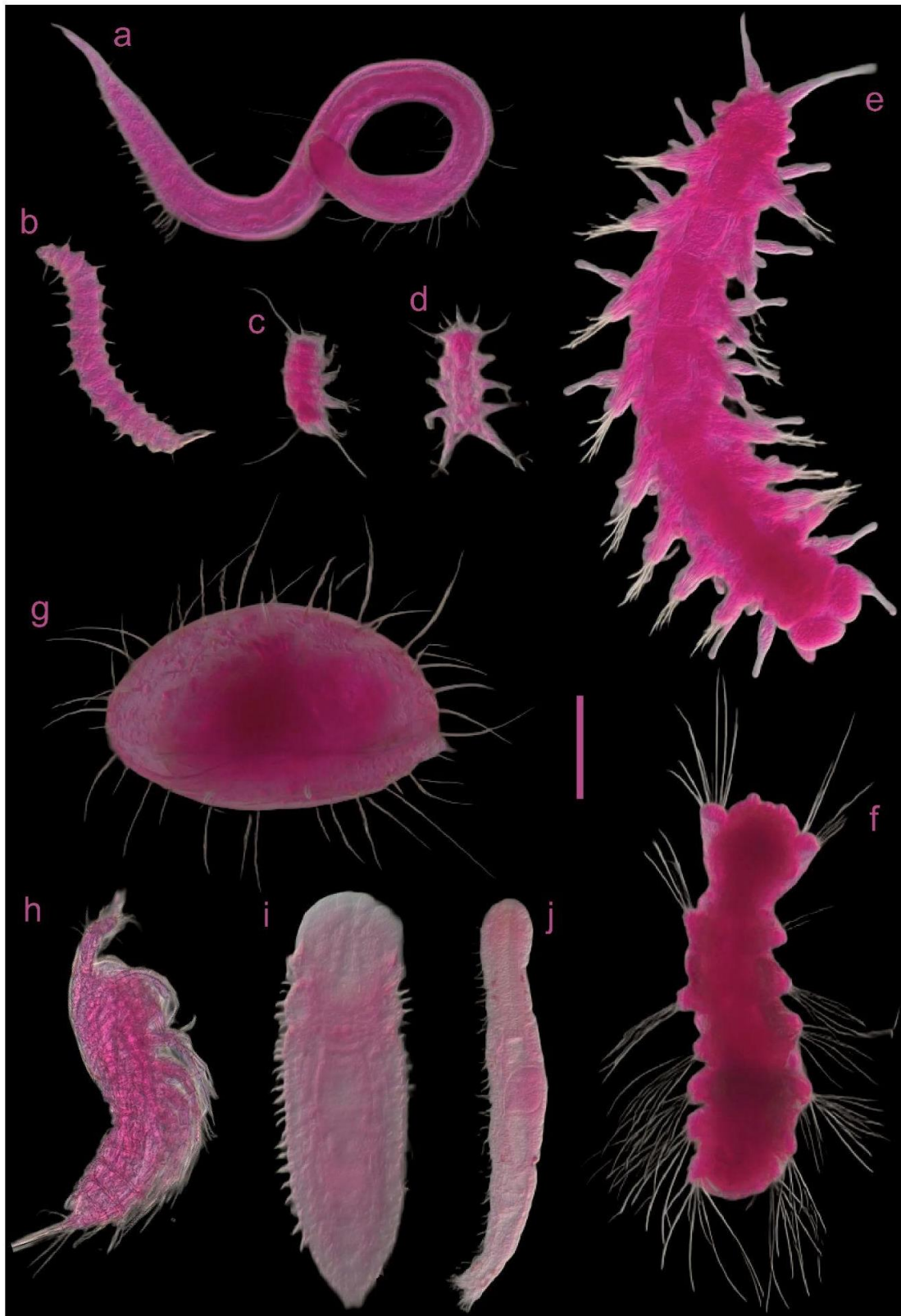


Fig. 3. Representatives of the most abundant meiofauna major taxa from Senghor Seamount: a, b Nematoda; c, d Tardigrada; e, f Annelida; g Ostracoda; h Copepoda; i, j Gastrotricha. Specimens a–g from station 864; h–j from station 866 of cruise M79/3. Scale bar: 100 μ m.

All the other taxa (Acari, Amphipoda, Bivalvia, Chaetognatha, Coelenterata, Gastropoda, Isopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Ophiuroidea, Rotifera, Sipuncula and Tantulocarida) were present in much lower abundances (Tab. S1). Meiofaunal densities (Tab. S2) exhibited a depth-related pattern across the seamount samples (Fig. 4). While two samples from the summit show rather low densities of less than 200 ind./10 cm², all other summit samples have values between 450 and 550 ind./10 cm². Following the bathymetric gradient from the summit and along the slope of SSM down to its base at about 3,200 m, the meiofaunal densities tended to increase from summit to slope, although this slight positive correlation was not statistically significant ($p = 0.6206$), with values around 550 ind./10cm² (summit), almost 700 ind./10cm² (slope), and up to 650 ind./10cm² (base). In contrast, the abyssal reference sites displayed densities comparable to the two lowest values observed on the summit plateau, with meiofaunal densities of less than 200 ind./10 cm² (Fig. 4).

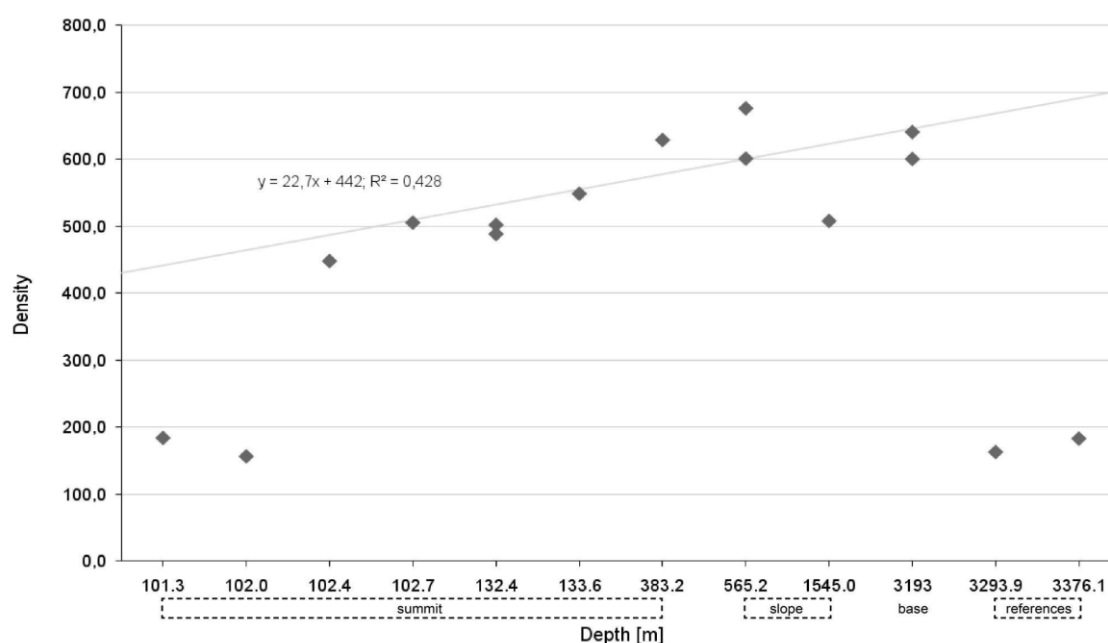


Fig. 4. Densities (individuals/10 cm²) of the meiofauna from the analysed sampling sites (cores) of cruise M79/3, arranged by depth. Densities showed a positive correlation with depth, however, not statistically significant ($p = 0.6206$).

Samples from the summit have the highest taxa richness ($HT = 11-16$, Tab. 3), followed by the slope ($HT = 12-13$) and the base ($HT = 10$). For the reference sites HT was from 10 to 11 and, comparing to the seamount, they lack on eight taxa: Amphipoda, Bivalvia, Chaetognatha, Coelenterata, Gastropoda, Isopoda, Ophiuroidea and Sipuncula. There are no taxa present in the reference sites that are not found in the seamount samples (Tab. S1).

Table 3. Diversity indices for the analysed cores of cruise M79/3 (Senghor Seamount) based on meiofauna major taxa abundances. HT – higher taxa richness; N – individuals' number; D – dominance; H' – Shannon Index; J – Pielou's Evenness. Reference samples highlighted in grey.

	825-7	848-5	849-2	850-2	864-2	864-7	865-4	866-3	934-7	934-10	1016-3	1016-8	1044-1	1046-5	1049-2
HT	11	14	12	14	11	11	16	15	13	13	13	10	11	12	10
N	1129	1275	1084	3107	3387	3482	4361	3804	4168	4689	4443	4164	3505	3522	1268
D	0.64	0.24	0.24	0.23	0.28	0.28	0.26	0.25	0.53	0.50	0.82	0.87	0.25	0.61	0.62
H'	0.80	1.75	1.70	1.70	1.55	1.55	1.60	1.68	0.98	1.08	0.45	0.33	1.64	0.83	0.83
J	0.33	0.66	0.68	0.65	0.65	0.65	0.58	0.62	0.38	0.42	0.18	0.14	0.68	0.33	0.36

The highest dominance was observed for the base ($D = 0.82\text{--}0.87$, Tab. 3), followed by the slope ($D = 0.5\text{--}0.61$). For both areas, the eudominant taxon were nematodes. The lowest levels of dominance were observed for the summit ($D = 0.23\text{--}0.28$), indicating that taxa are occurring more equally. The dominance index for the reference sites is $0.62\text{--}0.64$ (Tab. 3), again with nematodes as eudominant taxon.

The Shannon diversity index was highest at the summit, ranging from 1.55 to 1.75 (Tab. 3). These values are quite low, which is generally common for meiobenthic communities. However, all other areas of the seamount, as well as the reference sites, exhibited even lower Shannon index values (see Tab. 3). The values of the Equitability index (Pielou's Evenness, J) generally correspond to those of the Shannon index, with the highest values observed for the summit communities and lower values for the slope, base, and reference sites (Tab. 3).

The nMDS plot of the analysis of similarity revealed distinct patterns in meiofaunal community composition across sampling areas (Fig. 5). A stress value of 0.064 indicates relatively good sample ordination with low risk of misinterpretation. All analysed cores show a distinct grouping into samples from the summit, the slope, the base and the reference sites (Fig. 5). However, the two shallowest samples from the summit area (849-2 and 848-5) are separated from remaining summit stations (Fig. 5A). The reason for such a diverging may be caused by higher-taxon diversity, combined with low abundance values, and therefore dissimilarity between the shallower stations on the summit plateau and the deeper ones. In order to test the influence of these two outlier samples, we ran the analysis with the same settings, but excluding these two cores. In this case we were able to observe an even closer grouping of the four areas, while the stations of the slope and the base of SSM almost cluster as a common group (Fig. 5B).

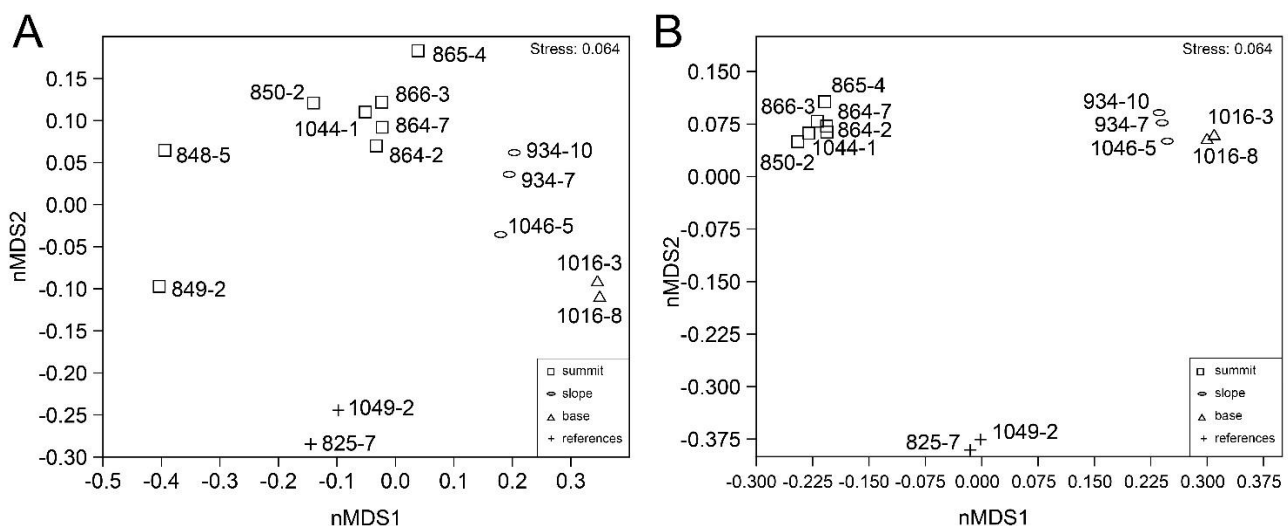


Fig. 5. nMDS plots, showing (dis)similarities (Bray-Curtis index) between meiofauna abundances from the different analysed sampling sites (cores) of expedition M79/3 to Senghor Seamount. A All core samples included; **B** Core samples 849-2 and 848-5 excluded.

Meiofaunal communities of the base stations and the deep-sea reference stations as well showed a high within-group similarity. Overall, we have to keep in mind that the number of analysed cores is quite unequally distributed among the four areas (i.e., summit = 8, slope = 3, base = 2, reference areas = 2).

Discussion

The analyses of meiofaunal communities of Senghor Seamount (SSM) revealed patterns that much likely depend on abiotic differences in sampling sites, such as depth or sediment composition. The relative shallow-water summit at about 100–130 m depth exhibited the highest taxa richness and evenness. This observation is similar to the results of other seamounts in the Atlantic Ocean, e.g., the Azorean Condor Seamount (Zeppilli et al., 2013), but higher values have been reached at SSM. The summits of seamounts that particularly reach shallow water depths may provide a more heterogeneous biotope, because of biogenic sediments as a main substratum, which offers a large number of niches for organisms of various

size classes (Soltwedel, Thiel, 1995, Passarelli et al., 2012). The slope and base communities usually show a relatively lower diversity and evenness of higher-level taxa, mainly caused by the high dominance of Nematoda (Büntzow, 2011, Zeppilli et al., 2013, George, 2022), which is also the case for SSM. The highest meiobenthic density of SSM was observed at the upper slope at 565.2 m depth. Similar trends were reported from the slopes of Josephine Seamount (Levin, Gooday 2003) and Condor Seamount (Zeppilli et al., 2013), but with lower values compared to SSM. This general pattern of higher meiofaunal densities at SSM could be related to its position off tropical western Africa, a sea area which has a very high annual primary production (e.g., Nellemann et al., 2008). Circular current systems (i.e., eddies) are known to transfer nutrients and biomass from near-shore water bodies to the Cape Verde archipelago (Fischer et al., 2016). A similar effect of the fertility of the water masses surrounding a seamount on the composition and densities of its macrofaunal communities has already been described (Boehlert, Genin, 1987 and references therein). The higher meiofauna densities at the slopes and even at the base compared to the summit (Levin, Gooday, 2003, Zeppilli et al., 2013, this study) could correlate with an increased export of particulate organic carbon from the summit of tall seamounts to its slopes, as it was already described for SSM (Turnewitsch et al., 2016).

George (2022) provided an overview of the meiobenthic major taxa occurrences of nine seamounts and oceanic islands of the Atlantic Ocean, and we are now able to integrate our data to this comparison (Tab. 4).

Table 4. Occurrences of meiofauna major taxa on different northern Atlantic seamounts and oceanic islands according to George (2022) and supplemented with results from the current study

No.	Major taxon	GMS	SedS	SeiS	ConS	Terceira	St. Maria	Flores	SSM
1	Acari	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Amphipoda	X	X	X	X				X
3	Annelida	X			X	X	X	X	X
4	Bivalvia	X	X	X	X	X			X
5	Bryozoa	X							
6	Chaetognatha	X							X
7	Cnidaria	X		X					X
8	Copepoda	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Cumacea	X			X				
10	Echiura				X				
11	Entoprocta	X							
12	Gastropoda	X			X				X
13	Gastrotricha	X	X	X		X		X	X
14	Isopoda	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Kinorhyncha	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Leptostraca	X							
17	Loricifera	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Nematoda	X	X	X	X	X	X	X	X
19	Ophiuroidea								X
20	Ostracoda	X	X	X	X	X	X	X	X
21	Pantopoda	X	X						
22	Priapulida					X		X	
23	Rotifera	X		X				X	X

No.	Major taxon	GMS	SedS	SeiS	ConS	Terceira	St. Maria	Flores	SSM
24	Sipuncula	X						X	X
25	Solenogastres		X						
26	Tanaidacea	X	X	X	X	X	X		
27	Tantulocarida	X		X		X			X
28	Tardigrada	X	X	X	X	X	X	X	X
29	Turbellaria	X							

GMS – Great Meteor Seamount (George, Schminke, 2002); **SedS** – Sedlo Seamount (Büntzow, 2011); **SeiS** – Seine Seamount (Büntzow, 2011); **ConS** – Condor Seamount (Zeppilli et al., 2013); **SSM** – Senghor Seamount (current study)

Flores, Terceira, and St. Maria Islands of Azores archipelago (George et al., 2021)

SSM shows high meiobenthic major taxa diversity relative to other Atlantic seamounts and islands. It is already the second place after the Great Meteor Seamount, with the absence of representatives of seven major taxa: Bryozoa, Cumacea, Entoprocta, Leptostraca, Pantopoda, Tanaidacea and Turbellaria. On the other hand, SSM hosts Ophiuroidea (Echinodermata) — a unique taxon of meiobenthic fauna for all the Atlantic seamounts studied so far. Of course, we need to keep in mind that only early juveniles of this taxon may fall into the meiofaunal size class. Juvenile echinoderms rather represent temporary meiofauna or so-called pseudomeiobenthos (Bougis, 1950), and were possibly not even counted as meiofauna in other studies.

The reference sites were located at a comparable depth like those from the base of SSM, but at a distance of 50 or 100 km to the seamount. However, our results showed lower meiofaunal abundance and diversity (eight taxa less) at the reference sites compared to the samples from the base of SSM. This contrasts with the results shown by George (2022) for Eratosthenes Seamount and Zeppilli et al. (2013) for Condor Seamount, where the structure and statistical values of the meiofauna of the seamounts and of the respective reference sites did not differ significantly. Differences in our study could be related to the sufficient distance of the reference sites in our study – far enough to be out of the hydrodynamic effects of the seamount, which can have a distinct effect on the benthic (reviewed in Boehlert, Genin, 1987) and pelagic communities (Zhao et al., 2023). In general, the lower meiofaunal abundance and diversity may indicate that deep-sea plains provide lower habitat diversity and food supply for meiobenthic assemblages as was already discussed by Thiel (1979). However, we also need to keep in mind that only one sediment core of each reference site has been analysed in this study, with significantly lower abundances compared to SSM. This could affect the detection of true taxon richness.

Overall, our analysis of the meiobenthic community of SSM seems to provide a certain support for the hypothesis regarding seamounts as “oases” for fauna. At least we were able to demonstrate a possibly more diverse and heterogeneous assemblage on SSM compared to the deep-sea reference areas. A closer look at the species level will certainly provide additional insights into the overall structure of the meiofaunal community and reveal underlying biogeographical patterns. Studies with a deep taxonomic resolution will also help clarify, at least for the meiofauna, if seamounts are indeed “hotspots” of biodiversity, a hypothesis still under debate (McClain, 2007, George, 2013, George et al., in rev.).

Acknowledgments

The authors are grateful to the captain and the nautical crew of R/V Meteor and the scientific party of cruise M79/3, in particular to Bettina Martin, Marco Büntzow, Florian Peine, Josephine Tiedtke, Manfred Kaufmann, John Montgomery, Robert Turnewitch, Peter Lamont and Bernd Christiansen, for the very successful expedition and a lovely working atmosphere. Many thanks go as well to the sorting team of the DZMB (Senckenberg am Meer), comprising technicians and student assistants. This research is supported by the Senckenberg scholarship for R.R.T., cruise M79/3 was founded by the German Science Foundation (DFG). Comments by Irina Kulakova, a second anonymous reviewer and additional editorial remarks by Eleonora Pustovalova greatly improved the final manuscript of this paper. We thank all the people who are working for the free practice of science in Ukraine and in all other places in the world where this right is threatened.

References

- Bougis, P. (1950). Méthode pour l'étude quantitative de la microfaune de fonds marins (meiobenthos). *Vie Milieu*, 1, 23–37.
- Bray, J. R., Curtis, J. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27, 325–349. <https://doi.org/10.2307/1942268>
- Boehlert, G. W., Genin, A. (1987). A review of the effects of seamounts on biological processes. In: Keating, B. H., Fryer, P., Batiza, R., Boehlert, G. W. (eds.). *Seamounts, islands, and atolls*. Geophysical Monograph Series, American Geophysical Union, Washington D.C., pp. 321–334. <https://doi.org/10.1029/GM043>
- Büntzow, M. (2011). Vergleichende gemeinschaftsanalytische und taxonomische Untersuchungen der Harpacticoidenfauna der Seeberge „Sedlo“ und „Seine“ (nördlicher Mittelatlantik). Doctoral thesis, Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg.
- Cerca, J., Purschke, G., Struck, T. H. (2018). Marine connectivity dynamics: clarifying cosmopolitan distributions of marine interstitial invertebrates and the meiofauna paradox. *Marine Biology*, 165, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s00227-018-3383-2>
- Chivers, A. J., Narayanaswamy, B. E., Lamont, P. A., Dale, A., Turnewitsch, R. (2013). Changes in polychaete standing stock and diversity on the northern side of Senghor Seamount (NE Atlantic). *Biogeosciences*, 10(6), 3535–3546. <https://doi.org/10.5194/bg-10-3535-2013>
- Christiansen, B., Brand, T., Büntzow, M., Busecke, J., Coelho, R., Correia, S., Denda, A., Diniz, T., Jung, S., Kaufmann, M., Kieneke, A., Kiriakoulakis, K., Koppelman, R., Kuhnert, J., Kwasnitschka, T., Lamont, P., Martin, B., Montgomery, J., Peine, F., ... Warneke-Cremer, C. (2011). Structure and function of seamount ecosystems in the Cape Verde Region, Northeast Atlantic - Cruise No. 79/3 - September 24 - October 23, 2009 - Las Palmas/Spain - Mindelo/Cape Verde. In *METEOR-Berichte* (M79/3, pp. 1–53). DFG-Senatskommission für Ozeanographie. https://doi.org/10.2312/cr_m79_3
- Denda, A., Christiansen, B. (2014). Zooplankton distribution patterns at two seamounts in the subtropical and tropical NE Atlantic. *Marine Ecology*, 35(2), 159–179. <https://doi.org/10.1111/maec.12065>
- Denda, A., Mohn, C., Wehrmann, H., Christiansen, B. (2017). Microzooplankton and meroplanktonic larvae at two seamounts in the subtropical and tropical NE Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(1), 1–27. <https://doi.org/10.1017/S0025315415002192>
- Dower, J.F., Mackas, D.L. (1996). „Seamount effects“ in the zooplankton community near Cobb Seamount. *Deep-Sea Research I*, 43(6), 837–858. [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(96\)00040-4](https://doi.org/10.1016/0967-0637(96)00040-4)
- Engelmann, H.D. (1978). Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia*, 18, 378–380.
- Fischer, G., Karstensen, J., Romero, O., Baumann, K. H., Donner, B., Hefter, J., Mollenhauer, G., Iversen, M., Fiedler, B., Monteiro, I., Körtzinger, A. (2016). Bathypelagic particle flux signatures from a suboxic eddy in the oligotrophic tropical North Atlantic: production, sedimentation and preservation. *Biogeosciences*, 13(11), 3203–3223. <https://doi.org/10.5194/bg-13-3203-2016>
- Gad, G., Schminke, H. K. (2004). How important are seamounts for the dispersal of meiofauna? *Archive of Fishery and Marine Research*, 51(1–3), 43–54.
- George, K. H. (2013). Faunistic research on metazoan meiofauna from seamounts—a review. *Meiofauna marina*, 20(February), 1–32.
- George, K. H. (2022). The meiofauna of the Eratosthenes Seamount (eastern Mediterranean Sea)—first insights into taxa composition, distribution, and diversity. *Marine Biodiversity*, 52(6), 62. <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01295-z>
- George, K. H., Schminke, H. K. (2002). Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the Great Meteor Seamount, with first conclusions as to the origin of the plateau fauna. *Marine Biology*, 141(5), 887–895. <https://doi.org/10.1007/s00227-002-0878-6>
- George, K.H., Arndt, H., Wehrmann, A., Ávila, S.P., Baptista, L., Berning, B., Bruhn, M., Carvalho, F., Creemers, M., Defise, A., Hermanns, K., Hohlfeld, M., Iwan, F., Janßen, T., Jeskulke, K., Kagerer, M., Kaufmann, M., Kieneke, A., Loureiro, C., Madeira, P., Meyer, C., Narciso, A., Ostmann, A., Pieper, C., Quartau, R., Ramalho, R., Richter, K., Silva, T.L., Springer, B., Xavier, J. (2021). Scientific Report. BIODIAZ – Controls in benthic and pelagic BIODiversity of the Azores. Cruise No. M150. August 27–October 2, 2018. Cádiz (Spain) – Ponta Delgada, São Miguel (Azores). <https://www.pangaea.de/expeditions/bybasis/Meteor%20%281986%29>
- George, K.H., Jacoby, J., Schnier, J., Kieneke, A. (in rev.). Living at highest latitudes – the meiofauna of the Langseth Ridge (Arctic Ocean) – taxa composition, distribution, diversity, and comparison with other marine regions. *Polar Biology*.
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments*, 2nd Edition, Springer Verlag, Berlin, 527 pp.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., Ryan P. D. (1999–2022). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 1–9.
- Hanel, R., John, H. C., Meyer-Klaeden, O., Piatkowski, U. (2010). Larval fish abundance, composition and distribution at Senghor Seamount (Cape Verde Islands). *Journal of plankton research*, 32(11), 1541–1556. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbq076>

- Kwasnitschka, T., Hansteen, T. H., Ramalho, R.S., Devey, C. W., Klügel, A., Samrock, L.K., Wartho, J.A. (2024). Geomorphology and age constraints of seamounts in the Cabo Verde Archipelago, and their relationship to island ages and geodynamic evolution. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 25(3), e2023GC011071. <https://doi.org/10.1029/2023GC011071>
- Levin, L.A., Gooday, A. J. (2003). Chapter 5. The deep Atlantic Ocean. In: Tyler, P.A. (ed.) *Ecosystems of the deep oceans. Ecosystems of the World*, 28, Elsevier, Amsterdam, pp. 111-178.
- McClain, C. R. (2007). Seamounts: identity crisis or split personality? *Journal of Biogeography*, 34, 2001–2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01783.x>
- Misic, C., Bavestrello, G., Bo, M., Borghini, M., Castellano, M., Covazzi Harriague, A., Massa, F., Spotorno, F., Povero, P. (2012). The “seamount effect” as revealed by organic matter dynamics around a shallow seamount in the Tyrrhenian Sea (Vercelli Seamount, western Mediterranean). *Deep-Sea Research I*, 67, 1–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2012.04.012>
- Mohn, C., White, M., Denda, A., Erofeeva, S., Springer, B., Turnewitsch, R., Christiansen, B. (2021). Dynamics of currents and biological scattering layers around Senghor Seamount, a shallow seamount inside a tropical Northeast Atlantic eddy corridor. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 171, 103497. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2021.103497>
- Nellemann, C., Hain, S., Alder, J. (2008). *In Dead Water - Merging of climate change with pollution, over-harvest, and infestations in the world's fishing grounds*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, Norway, www.grida.no, 62 pp.
- Passarelli, C., Olivier, F., Paterson, D. M., Hubas, C. (2012). Impacts of biogenic structures on benthic assemblages: microbes, meiofauna, macrofauna and related ecosystem functions. *Marine Ecology Progress Series*, 465, 85-97. <https://doi.org/10.3354/meps09915>
- Pfannkuche, O., Thiel, H. (1988). 9. Sample processing. In: Higgins, R. P., Thiel, H. (eds). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 134–145.
- Pielou, E. C. (1966). Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *The American Naturalist*, 100(914), 463–465.
- Rogers, A. D. (1994). The biology of seamounts. In: Blaxter, J.H.S., Southward, A.J. (eds.) *Advances in Marine Biology*, Vol. 30, Academic Press, London, pp. 305–350. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60065-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60065-6)
- Schmidt-Rhaesa, A. (2020). *Guide to the Identification of Marine Meiofauna*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 607 pp.
- Shank, T. M. (2010). Seamounts: deep-ocean laboratories of faunal connectivity, evolution, and endemism. *Oceanography*, 23(1), 108–122.
- Shannon, C. E., Weaver, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois press, 127 pp.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688–688.
- Soltwedel, T., Thiel, H. (1995). Biogenic sediment compounds in relation to marine meiofaunal abundances. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 80(2), 297–311. <https://doi.org/10.1002/iroh.19950800216>
- Somerfield, R.M., Warwick, R.M., Moens, T. (2005). Chapter 6. Meiofauna techniques. In: Eleftheriou, A., McIntyre, A. (eds.) *Methods for the Study of Marine Benthos*. Blackwell Science, Oxford, pp. 229–272.
- Thiel, H. (1979). Structural aspects of the deep-sea benthos. *Ambio Special Report*, 6, 25–31.
- Tojeira, I., Souto, M., Kaufmann, M., Ramos, M., Carreiro-Silva, M., Fock, H.O., George, K.H., Gerkema, T., Morato, T., Mourão, B., van Haren, H., White, M., Xavier, J.R., Rafael, T., Martin, B., Cabral, H., Lino Costa, J., Mohn, C. (2025) From physics to fish: 50 years of research at Great Meteor Seamount, NE Atlantic. *Marine Biodiversity* 55:10. <https://doi.org/10.1007/s12526-024-01484-y>
- Trokhymchuk, R., Kieneke, A. (2024). New records of deep-sea Gastrotricha and Tardigrada from Iberian and Canary Basins (Northeast Atlantic) with comments on abyssal meiofauna composition and the meiofauna paradox. *The Journal of VN Karazin Kharkiv National University. Series «Biology»*, 43, 66–84. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-43-6>
- Turnewitsch, R., Dumont, M., Kiriakoulakis, K., Legg, S., Mohn, C., Peine, F., Wolff, G. (2016). Tidal influence on particulate organic carbon export fluxes around a tall seamount. *Progress in Oceanography*, 149, 189–213. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.10.009>
- Vieira, R. P., Coelho, R., Denda, A., Martin, B., Gonçalves, J. M., Christiansen, B. (2018). Deep-sea fishes from Senghor Seamount and the adjacent abyssal plain (Eastern Atlantic). *Marine Biodiversity*, 48(2), 963–975. <https://doi.org/10.1007/s12526-016-0548-4>
- Watson, C., Chivers, A. J., Narayanaswamy, B. E., Lamont, P., Turnewitsch, R. (2014). Chrysopetalidae (Annelida: Phyllodocida) from the Senghor Seamount, north-east Atlantic: taxa with deep-sea affinities and morphological adaptations. *Memoirs of Museum Victoria*, 71, 311–325.
- Yamasaki, H., Neuhaus, B., George, K. H. (2019). Echinoderid mud dragons (Cyclorhagida: Kinorhyncha) from Senghor Seamount (NE Atlantic Ocean) including general discussion of faunistic characters and distribution patterns of seamount kinorhynchids. *Zoologischer Anzeiger*, 282, 64–87. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2019.05.018>

Yesson, C., Clark, M. R., Taylor, M. L., Rogers, A. D. (2011). The global distribution of seamounts based on 30 arc seconds bathymetry data. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 58(4), 442–453. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2011.02.004>

Zhao, R., Zhao, F., Feng, L., Fang, J.K.-H., Liu, C., Xu, K. (2023). A deep seamount effect enhanced the vertical connectivity of the planktonic community across 1,000 m above summit. *Journal of Geophysical Research*, 128(3): e2022JC018898. <https://doi.org/10.1029/2022JC018898>

Zeppilli, D., Bongiorno, L., Cattaneo, A., Danovaro, R., Santos, R. S. (2013). Meiofauna assemblages of the Condor Seamount (North-East Atlantic Ocean) and adjacent deep-sea sediments. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 98, 87–100. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.08.009>

Supplementary materials

Table S1. Meiofaunal absolute abundances from the analysed sediment cores of cruise M79/3 to the Senghor Seamount, ordered from north to south. Reference samples highlighted in grey.

Sample	Acari	Amphi-poda	Annelida + Fragments	Bivalvia	Chaeto-gnatha	Coel-enterata	Cope-poda	Cope-poda Nauplii	Gastro-poda	Gastro-tricha	Isopoda	Kino-rhyncha	Loricifera	Nema-toda	Ophiuro-idea	Ostra-coda	Rotifera	Sipun-cula	Tantulo-carida	Tardi-grada	Uniden-tified	Total
825-7	13		7				148	34		1		5	1	890					5	7	18	1129
848-5	40		86	1		2	174	502		105	1			286		13	8	3		26	28	1275
849-2	19		52		2		145	342		83	4			365		18			2	35	17	1084
850-2	62	1	196		3	3	631	989		193	16			869		51		4		74	15	3107
864-2	15		173				803	644		108		47		1455		54			3	54	34	3390
864-7	18		140	2			628	845		128		63		1507		71				48	32	3482
865-4	18	1	386	3		50	848	1134	1	43	43	40		1670		80		1		25	18	4361
866-3	14		309			14	639	909		231	40	41		1476	2	61	1	4		42	21	3804
934-7	4		73	3			406	616		23		13	2	2948		62	2			8	8	4168
934-10	11		80	4			471	721		74		13	4	3191		73	15			23	9	4689
1016-3	1		66				137	198		4	2	6	1	4008		12	1		4	3		4443
1016-8			29				117	113		1		7	2	3885		7	1		2			4164
1044-1	78		184				612	889		307		9		1306		65			5	34	16	3505
1046-5	6		22				309	390		3		6	21	2708		37	3		2	15		3522
1049-2			24				91	142		1		7	7	982		9	1			4		1268

Table S2. Densities (individuals/10 cm²) of the meiofauna from the analysed sediment cores of cruise M79/3 to the Senghor Seamount, ordered from north to south. Reference samples highlighted in grey.

Sample	Acari	Amphi-poda	Annelida + Fragments	Bivalvia	Chaeto-gnatha	Coel-enterata	Cope-poda	Cope-poda Nauplii	Gastro-poda	Gastro-tricha	Isopoda	Kino-rhyncha	Loricifera	Nema-toda	Ophiuro-idea	Ostra-coda	Rotifera	Sipun-cula	Tantulo-carida	Tardi-grada	Uniden-tified	Total
825-7	1.9		1.0				21.3	4.9		0.1		0.7	0.1	128.3					0.7	1.0	2.6	162.8
848-5	5.8		12.4	0.1		0.3	25.1	72.4		15.1	0.1			41.2		1.9	1.2	0.4		3.7	4.0	183.8
849-2	2.7		7.5		0.3		20.9	49.3		12.0	0.6			52.6		2.6			0.3	5.0	2.5	156.3
850-2	8.9	0.1	28.3		0.4	0.4	91.0	142.6		27.8	2.3			125.3		7.4		0.6		10.7	2.2	448.0
864-2	2.2		24.9				115.8	92.8		15.6		6.8		209.8		7.8			0.4	7.8	4.9	488.8
864-7	2.6		20.2	0.3			90.5	121.8		18.5		9.1		217.3		10.2				6.9	4.6	502.0
865-4	2.6	0.1	55.7	0.4		7.2	122.3	163.5	0.1	6.2	6.2	5.8		240.8		11.5		0.1		3.6	2.6	628.7
866-3	2.0		44.6			2.0	92.1	131.1		33.3	5.8	5.9		212.8	0.3	8.8	0.1	0.6		6.1	3.0	548.4
934-7	0.6		10.5	0.4			58.5	88.8		3.3		1.9	0.3	425.0		8.9	0.3			1.2	1.2	600.9
934-10	1.6		11.5	0.6			67.9	104.0		10.7		1.9	0.6	460.1		10.5	2.2			3.3	1.3	676.0
1016-3	0.1		9.5				19.8	28.5		0.6	0.3	0.9	0.1	577.9		1.7	0.1		0.6	0.4		640.6
1016-8			4.2				16.9	16.3		0.1		1.0	0.3	560.1		1.0	0.1		0.3			600.3
1044-1	11.2		26.5				88.2	128.2		44.3		1.3		188.3		9.4			0.7	4.9	2.3	505.3
1046-5	0.9		3.2				44.6	56.2		0.4		0.9	3.0	390.4		5.3	0.4		0.3	2.2		507.8
1049-2			3.5				13.1	20.5		0.1		1.0	1.0	141.6		1.3	0.1	0.0	0.0	0.6		182.8

Мейобентосні угруповання підводної гори Сенгор (Кабо-Верде, тропічна Східна Атлантика) А. Кінеке, К.Г. Георге, Р.Р. Трохимчук

Підводні гори приваблюють дослідників через їх високе біорізноманіття, високий рівень ендемізму та їх вплив на поширення та еволюцію видів. Особливо цікава роль підводних гір у біогеографії та філогеографії мейофауни – мікроскопічних тварин, що не мають дисперсійних стадій в своєму життєвому циклі. В цьому дослідженні ми аналізуємо склад мейобентосних угруповань підводної гори Сенгор (Кабо Верде). Матеріал був зібраний під час круїзу М79/3 судна R/V Meteor в 2009 році. Донні відкладення збирали мультикорером та фіксували формальдегідом. Подальше виділення мейофауни методом центрифугування за градієнтом щільності та сортування вищих таксонів відбувалось в лабораторії. Аналіз включав розрахунок щільності таксонів оцінку індексів різноманіття та порівняння подібностей між ділянками відбору проб. Результати аналізу показали, що гірська вершина має найвище багатство таксонів вищого рівня (HT : 11–16), найнижчий рівень домінування (D : 0.23–0.28) та найбільшу однорідність угруповань мейобентосу. Схили мають нижчий рівень видового багатства (HT : 12–13), вищий рівень домінування (D : 0.5–0.61) та нижчий рівень однорідності. Підніжжя мало найнижче багатство таксонів вищого рівня (HT : 10), найвищий рівень домінування (D : 0.82–0.87) та найнижчу однорідність. Контрольні ділянки за показниками були більш подібні до схилів, ніж до основи. nMDS виявило чотири окремі спільноти вершини, схилів, підніжжя підводної гори Сенгор, а також глибоководних контрольних станцій. Вершина демонструє високу неоднорідність між станціями, що може свідчити як про високе біорізноманіття, так і про неоднорідність середовища. Схили, підніжжя та контрольні ділянки мають більш щільне групування, що може свідчити про нижче біорізноманіття цих локацій, проте нами було проаналізовано меншу кількість станцій. У порівнянні з іншими атлантичними підводними горами та островами, підводна гора Сенгор посідає друге місце за багатством мейобентосних таксонів вищого порядку. Значно вищі значення щільності мейобентосу можуть бути викликані підвищеною пелагічною первинною продукцією в акваторії тропічного західного узбережжя Африки. В цілому, мейобентосні угруповання підводної гори Сенгор, здається, підтверджують гіпотезу про підводні гори як оази для фауни, демонструючи більш різноманітні угруповання, порівняно з глибоководними контрольними ділянками.

Ключові слова: мейофауна, біорізноманіття, біогеографія, екологія, Кабо Верде

Цитування: Kieneke A. J., George K. H., Trokhymchuk R. R. *The meiobenthic communities of Senghor Seamount (Cabo Verde, tropical East Atlantic)*. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 45, с. 14–26. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-2>

Про авторів:

Кінеке А. – Німецький центр досліджень морського біорізноманіття (DZMB), Зенкенберг ам Меєр, Зюдштранд 44, 26382, Вільгельмсгафен, Німеччина; alexander.kieneke@senckenberg.de; <https://orcid.org/0000-0001-8180-2483>
Георге К. Г. – Німецький центр досліджень морського біорізноманіття (DZMB), Зенкенберг ам Меєр, Зюдштранд 44, 26382, Вільгельмсгафен, Німеччина; kai.george@senckenberg.de; <https://orcid.org/0000-0001-6464-0099>
Трохимчук Р. Р. – Німецький центр досліджень морського біорізноманіття (DZMB), Зенкенберг ам Меєр, Зюдштранд 44, 26382, Вільгельмсгафен, Німеччина; rtrokhymchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9570-0226>

Authors contribution: All authors have contributed equally to this work. / **Внесок авторів:** Усі автори зробили рівнозначний внесок у підготовку цієї роботи.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Подано до редакції: 01.10.2025 / **Прорецензовано:** 11.11.2025 / **Прийнято до друку:** 16.12.2025 / **Оприлюднено:** 31.12.2025

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-3>
 УДК: 593:121

Видовий склад і екологія голих амєб в Україні та суміжних територій М.К. Пацюк

З прісних та морських водойм нами ідентифіковано 56 видів голих амєб. Найчастіше в водоймах України траплялося 17 видів, найрідше – 27, середнє положення за частотою траплення – 12. Визначені екологічні групи видів до абіотичних факторів водного середовища. Евритермні: *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba* sp., *Mayorella cantabrigiensis*, *Korotnevella stella*, *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum*. Стенотермні теплолюбні: *Deuteroamoeba mycophaga*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Stenamoeba stenopodia*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella* sp., *Willaertia magna*. Стенотермні холодолюбні: *Saccamoeba* sp. (3). Евриоксидні: *Rhizamoeba* sp. (1), *Rhizamoeba* sp. (2), *Deuteroamoeba mycophaga*, *Saccamoeba stagnicola*, *Saccamoeba wakulla*, *Saccamoeba* sp. (1), *Saccamoeba* sp. (3), *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Thecamoeba verrucosa*, *Thecamoeba terricola*, *Thecamoeba* sp., *Stenamoeba stenopodia*, *Paradermoamoeba valamo*, *Paradermoamoeba levis*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Mayorella vespertilioides*, *Mayorella penardi*, *Mayorella* sp. (2), *Korotnevella stella*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella platypodia*, *Ripella* sp., *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Pellita digitata*, *Cochliopodium actinophorum*, *Flamella* sp., *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (3), *Vahlkampfia* sp. (1), *Willaertia magna*. Стенооксидні: *Amoeba proteus*, *Polychaos dubium*, *Saccamoeba limax*, *Saccamoeba* sp. (2), *Thecamoeba sphaeronucleolus*, *Thecamoeba similis*, *Mayorella viridis*, *Mayorella* sp. (1), *Korotnevella diskophora*, *Cochliopodium minus*, *Vahlkampfia* sp. (2). Широкоотерантні до розчинених у воді органічних речовин: *Rhizamoeba* sp. (1), *Deuteroamoeba mycophaga*, *Saccamoeba stagnicola*, *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Thecamoeba* sp., *Stenamoeba stenopodia*, *Paradermoamoeba valamo*, *Paradermoamoeba levis*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Mayorella vespertilioides*, *Korotnevella stella*, *Korotnevella diskophora*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella platypodia*, *Ripella* sp., *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum*, *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *Vahlkampfia* sp. (3). Вузькотолерантні до розчинених у воді органічних речовин: *Rhizamoeba* sp. (2), *Amoeba proteus*, *Polychaos dubium*, *Saccamoeba wakulla*, *Saccamoeba* sp. (1), *Saccamoeba* sp. (2), *Thecamoeba sphaeronucleolus*, *Thecamoeba terricola*, *Mayorella viridis*, *Mayorella* sp. (1), *Pellita digitata*, *Cochliopodium minus*, *Flamella* sp. Стенобіонтні по відношенню до розчиненої в воді органіки: *Saccamoeba limax*, *Saccamoeba* sp. (3), *Thecamoeba verrucosa*, *Thecamoeba similis*, *Mayorella penardi*, *Mayorella* sp. (2), *Willaertia magna*. Евригалінні: *Acanthamoeba griffini*, *Vannella simplex*. Стеногалінні: *Saccamoeba marina*, *Vexillifera armata*, *Vannella devonica*, *Vannella aberdonica*, *Vannella plurinucleolus*, *Cochliopodium gulosum*, *Mayorella gemmifera*, *Thecamoeba orbis*, *Thecamoeba hilla*, *Stenamoeba* sp.

Ключові слова: голі амєби, абіотичні фактори середовища, екологічні групи, водойми України

Цитування: Пацюк М. К. Видовий склад і екологія голих амєб в Україні та суміжних територій. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 45, с. 27-42. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-3>

Про автора:

Пацюк М. К. – Житомирський державний університет імені Івана Франка, вул. Велика Бердичівська, 40, м. Житомир, Україна, 10008; kostivna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1185-8101>

Подано до редакції: 13.01.2025 / Прорецензовано: 31.10.2025 / Прийнято до друку: 01.12.2025 / Оприлюднено: 31.12.2025

Вступ

Голі амєби є найпоширенішою групою організмів, яких часто ізолюють із різних природних біотопів (прісних і морських водойм, ґрунтів). Ці протисти належать до трьох молекулярних кластерів Tubulinea, Discosea та Varioseae, які виділяють в межах групи Amoebozoa (Cavalier-Smith et al., 2016). Більшість видів використовують як біоіндикатори в гідробіологічних, педологічних, токсикологічних дослідженнях, оскільки для них характерна швидка реакція на впливи зовнішнього середовища. Виділення голих амєб із водойм та ґрунтів потребує спеціальних досліджень, які засновані на сучасній світловій мікроскопії та молекулярно-генетичних методах. Визначення голих амєб можливе лише *in vitro*. Для цього використовуються непрямі методи, які пов'язані з розміщенням зразків води або ґрунту в поживне середовище із наступним виявленням амєб (Page, 1988; Page, Siemensma, 1991). Відповідно, вивчення екології цих організмів зводиться до якісного аналізу, тобто порівнянню видових списків амєб із різних місцезнаходжень та оцінки частоти траплення окремих видів. Сучасних робіт, які стосуються взаємовідносин голих амєб із навколишнім середовищем дуже мало (Anderson, 2007; Kiss et al., 2009; Kyle et al., 1987), у працях зазначаються списки таксонів, які

знайдені в середовищах існування (Anderson, 2007; Kiss et al., 2009; Kyle et al., 1987), або наведені результати метагеномного аналізу без ідентифікації видів (Delafont et al., 2019; Tekle et al., 2008). Тому вивчення аутоекології цих протистів залишається актуальним.

В продовж 2009-2013 р.р. нами проводилися цілеспрямовані дослідження голих амеб у водоймах Житомирського та Волинського Полісся, в результаті яких було ідентифіковано 40 видів голих амеб (Patsyuk, 2013); проте, є невизначені та неописані види в зв'язку зі складністю їх ідентифікації та відбору проб із природних місцезнаходжень. З 2013 по 2021 р.р. із різних типів прісних водойм та моря, ґрунтів, епфітних та епілітних мохів і лишайників нами було ідентифіковано та описано 56 видів голих амеб на основі світлової мікроскопії (DIC контрасту) та генетичних методів дослідження (гену 18S рРНК), а також з'ясовано реакцію видів на абіотичні фактори середовища (Patsyuk, 2018, 2020; Patsyuk et al., 2019). Склад видів голих амеб у різних типах водойм постійно змінюється, що залежить від гідрофізичних і гідохімічних чинників, а також їх специфікою та сезонними змінами в водоймах. При сприятливих умовах середовища чисельність видів збільшується, вже відмічені види можуть зникати, а нові, навпаки, з'являтися. Тому, метою наших досліджень було встановити видовий склад голих амеб у різних типах водойм України й проаналізувати, яким чином види розподіляються по відношенню до температури та солоності води, концентрації розчиненого в воді кисню та органічних речовин й отримати попередню екологічну класифікацію цих протистів за параметрами середовища.

Матеріали та Методи

Збір матеріалу проводили впродовж 2013-2021 р.р. із різних типів прісних (річки, болота, озера, заплави) та морських водойм України (рис. 1). Додатково відібрані проби з водойм (річки, озера, заплави) Австрії, Німеччини, Польщі, Швейцарії, Чехії та Туреччини (Середземне море) (рис. 2). Із кожної водойми відбиралися проби в кількості від 8 до 15. Всього відібрано та проаналізовано більше 2500 проб.

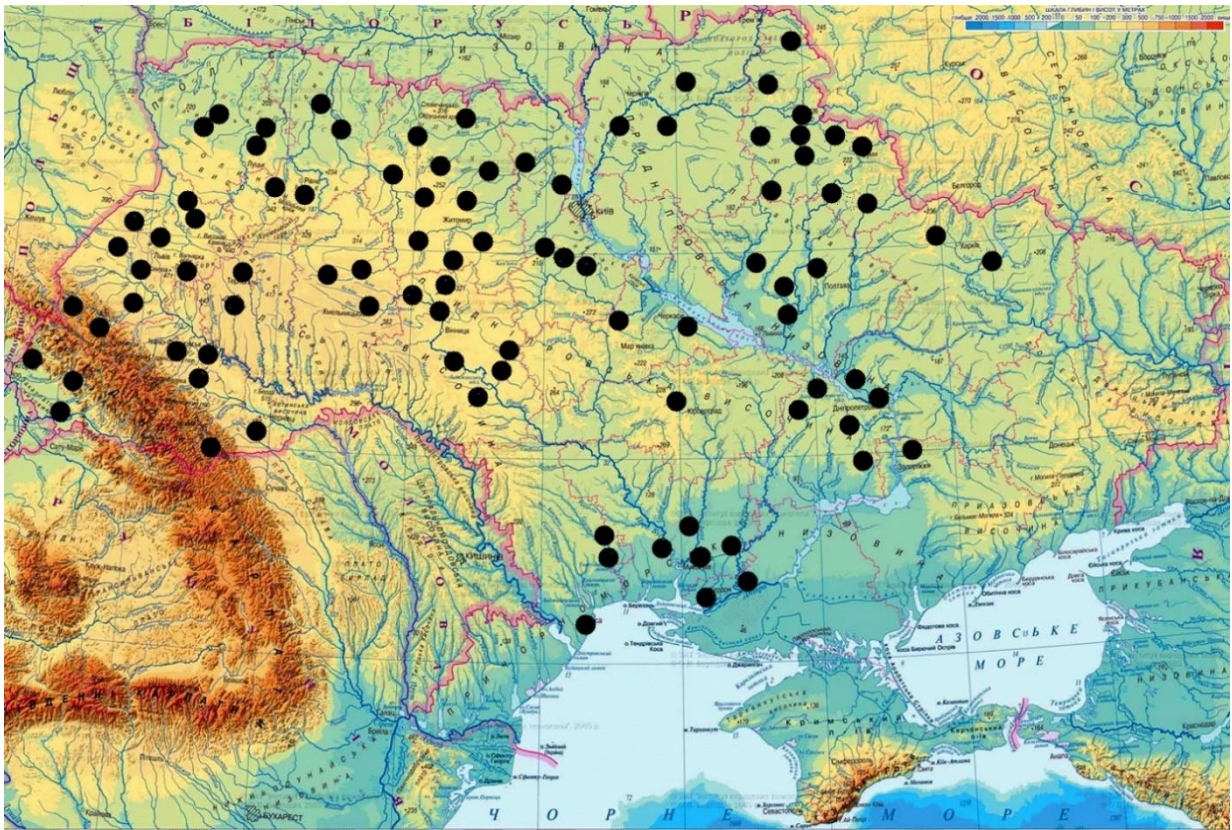


Рис. 1. Пункти збору матеріалу з водойм України

Fig. 1. Collection points for material from Ukrainian reservoirs



Рис. 2. Пункти збору матеріалу з водойм Європи (фрагмент карти)
Fig. 2. Collection points for material from European reservoirs (part of the map)

Проби з прісних водойм (поверхневий шар донного ґрунту та невелика кількість придонної води) відбирали вручну в стерильні скляні посудини ємкістю до 100 мл і доставляли в лабораторію. Проби відбиралися таким чином, щоб з однієї водойми охопити різноманітність екоотопів.

На місці відбору проб визначали температуру досліджуваних водойм за допомогою калібрувального водного ртутного термометру із ціною поділки 0,1-0,5 °C (Методичний посібник з визначення..., 2002).

Окремо відібрані проби для визначення гідрохімічних показників води водойм (концентрації розчинених у воді кисню й органічних речовин (за перманганатною окислюваністю) та солоності морської води).

Визначення вмісту розчиненого в воді кисню здійснювали йодометричним методом за Вінклером, який ґрунтується на взаємодії в воді кисню з гідроксидом мангану в лужному середовищі (Набиванець та ін., 2007).

Для аналізу органічної речовини прісних водойм використовували методику визначення органічної речовини за Кубелем, яка базується на окисненні перманганатом калію в сірчаноокислому розчині при кип'ятінні органічних речовин, які містяться в пробі (Методичний посібник з визначення..., 2002; Набиванець та ін., 2007).

Солоність води визначали аргентометричним методом (за вмістом хлору в воді) (Хільчевський, 2003).

Розмножували голих амеб у лабораторних умовах на непоживному агар-агарі (non-nutrient agar (NNA) за методикою Ф. Пейджа (Page, 1988; Page, Siemensma, 1991). Ідентифікацію видів здійснювали за допомогою світлового мікроскопу Axio Imager M1 (Центр колективного користування науковими приладами «Animalia» Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена) із застосуванням диференційного інтерференційного контрасту. Родову та видову приналежність голих амеб визначали за (Page, 1983; 1988; Page, Siemensma, 1991). Молекулярно-генетичними методами за маркером 18S рРНК підтверджена ідентифікація 22 видів голих амеб, й для інших 22 видів встановлена видова/родова приналежність за морфологічними ознаками (табл. 1). Ген 18S рРНК ампліфікували з використанням універсальних еукаріотичних праймерів RibA 5'-ACCTGGTTGATCCTGCCAGT-3' та RibB 5'-TGATCCTTCTGCAGGTTACCTAC-3' (Medlin et al., 1988). ПЛР включала початкову денатурацію (95 °C 10 хвилин), 40 циклів (94 °C 30 секунд, 50 °C 60 секунд, 72 °C 2 хвилини 30 секунд) та фінальну елонгацію (10 хвилин). Отримані послідовності були автоматично вирівняні з використанням алгоритму Muscle, реалізованого в програмі MEGA 10.0 (Kumar et al., 2016).

Табл. 1. Характеристика знайдених видів голих амеб за морфологічними та генетичними ознаками

Table 1. Characteristics of the found species of naked amoebae by morphological and genetic characteristics

№ п/п	Вид голих амеб	Довжина, мкм	Ширина, мкм	Діаметр ядра, мкм	Наявність уродіних структур	Послідовність ДНК у Genbank
Прісноводні види						
1.	<i>Rhizamoeba</i> sp. (1)	110-160	60-78	9-11,5	адгезивні нитки	–
2.	<i>Rhizamoeba</i> sp. (2)	68-120	46-85	5,8-9,8	уроїдні нитки	–
3.	<i>Amoeba proteus</i>	210-340	50-115	29-34	морулярний	ON907618
4.	<i>Polychaos dubium</i>	180-380	86-110	32-41	фасцікулярний	–
5.	<i>Deuteroamoeba mycophaga</i>	58-100	25-48	10-16	сосочкоподібний	–
6.	<i>Saccamoeba stagnicola</i>	40-70	10-18	4,0-8,0	вілозноподібний	–
7.	<i>Saccamoeba limax</i>	73-112	34-48	2,1-3,8	округлий із тоненькими ворсинками	OP894078 OQ520144
8.	<i>Saccamoeba wakulla</i>	133-172	55-85	3,8-7,0	вілозно-бульбоподібний	–
9.	<i>Saccamoeba</i> sp. (1)	38-62	10-14	2,0-7,0	шишкоподібний	–
10.	<i>Saccamoeba</i> sp. (2)	65-92	30-32	8,0	вілозно-бульбоподібний	–
11.	<i>Saccamoeba</i> sp. (3)	45-62	10-12,5	6,0-6,5	бульбоподібний	MZ079370
12.	<i>Thecamoeba striata</i>	30-74	18-38	6,2-10,0	відсутній	OQ134482 OQ134483
13.	<i>Thecamoeba quadrilineata</i>	38-80	20-38	8,0-11,5	відсутній	ON398268
14.	<i>Thecamoeba sphaeronucleolus</i>	95-150	65-95	14-20	вузлуватоподібний	–
15.	<i>Thecamoeba verrucosa</i>	110-180	70-90	12-18	відсутній	–
16.	<i>Thecamoeba terricola</i>	115-185	85-110	20-55	відсутній	–
17.	<i>Thecamoeba similis</i>	45-80	42-64	8,2-12,8	відсутній	OL604177 OL604178
18.	<i>Thecamoeba</i> sp.	48-75	38-64	7,3-11,5	відсутній	MZ079371
19.	<i>Stenamoeba stenopodia</i>	16-26	6-8	2,0-2,4	відсутній	OP375108 OP419588
20.	<i>Paradermamoeba valamo</i>	42-70	12-22	6,0-8,0	морулярний	–
21.	<i>Paradermamoeba levis</i>	24-48	6,0-17,5	2,0-3,8	опуклий	–
22.	<i>Mayorella cantabrigiensis</i>	90-120	48-60	2,8-3,6	зморшкуватий	–
23.	<i>Mayorella vespertilioides</i>	80-100	50-75	6,5-10,0	відсутній	OP739500
24.	<i>Mayorella penardi</i>	42-48	16-22	4,0-5,8	відсутній	–
25.	<i>Mayorella viridis</i>	80-100	42-58	10,0-11,5	відсутній	–
26.	<i>Mayorella</i> sp. (1)	45-75	20-40	3,5-5,8	відсутній	OP729930
27.	<i>Mayorella</i> sp. (2)	48-72	28-45	6,8-9,2	відсутній	–
28.	<i>Korotnevella stella</i>	32-55	16-25	4,8-5,8	відсутній	ON398267 ON398266
29.	<i>Korotnevella diskophora</i>	18-36	6-16	1,0-2,1	опуклий	–
30.	<i>Vexillifera bacillipedes</i>	8-22	5-12	2,5-2,8	відсутній	OK649262
31.	<i>Ripella platypodia</i>	12-30	6-12	3,0-4,2	відсутній	–
32.	<i>Ripella</i> sp.	6-15	6-10	1,8-2,2	відсутній	MZ079369

№ п/п	Вид голих амеб	Довжина, мкм	Ширина, мкм	Діаметр ядра, мкм	Наявність уроїдних структур	Послідовність ДНК у Genbank
33.	<i>Vannella lata</i>	40-58	50-64	5,8-8,0	відсутній	OL305063 OL305064
34.	<i>Vannella</i> sp.	26-38	30-58	4,5-7,5	відсутній	MZ079372
35.	<i>Acanthamoeba</i> sp.	12-18	4,5-6,5	1,5-1,7	адгезивний	MZ079366; OK649261
36.	<i>Pellita digitata</i>	55-95	52-92	3,8-6,5	відсутній	–
37.	<i>Cochliopodium actinophorum</i>	28-50	32-76	7,8-13,3	відсутній	MZ079367
38.	<i>Cochliopodium minus</i>	18-74	18-75	7,9	відсутній	OK649264
39.	<i>Flamella</i> sp.	30-56	48-68	4,5-8,6	відсутній	–
40.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (1)	16-20	8-13	3,4-4,5	відсутній	–
41.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (2)	18-20	10-16	4,0-4,8	відсутній	–
42.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (3)	45-60	28-36	6,2-7,4	вілозно-бульбоподібний	–
43.	<i>Vahlkampfia avara</i>	50-68	18-28	2,8-4,5	відсутній	OP179657
44.	<i>Willaertia magna</i>	98-124	32-42	12-20	опуклий	OK649263
Морські види						
45.	<i>Saccamoeba marina</i>	52-98	28-42	0,8-1,1	бульбоподібний	–
46.	<i>Thecamoeba orbis</i>	12-22	10-18	3,1-4,5	відсутній	–
47.	<i>Thecamoeba hilla</i>	36-74	30-46	7,0-7,8	відсутній	–
48.	<i>Stenamoeba</i> sp.	18-25	6,0-6,8	1,4-2,0	відсутній	–
49.	<i>Mayorella gemmifera</i>	34-80	25-54	7,4-8,4	відсутній	–
50.	<i>Vexillifera armata</i>	11-20	7,4-9,3	3,5-5,5	округлий	–
51.	<i>Cochliopodium gulosum</i>	92-100	58-80	9,5-14,5	відсутній	–
52.	<i>Acanthamoeba griffini</i>	25-31	10-20	1,8-3,2	відсутній	OM522832 OM522833
53.	<i>Vannella simplex</i>	45-58	35-48	7,0	відсутній	OM403052 OM403053
54.	<i>Vannella devonica</i>	16-30	14-30	4,0-4,6	відсутній	–
55.	<i>Vannella aberdonica</i>	7,0-12,5	7,8-14	2,0-3,0	відсутній	–
56.	<i>Vannella plurinucleolus</i>	9-30	10-36	2,7-6,0	відсутній	–

Частоту трапляння (R) видів визначали, як частку проб, в яких знайдений вид від загального числа досліджених проб (Barnes, 1989; Raunkiaer, 1934). Найпоширенішими вважалися види, якщо R становила 50 % і більше, від 30 до 50 % – займали середнє положення за частотою трапляння, менше 30 % – найменш поширені види (Raunkiaer, 1934).

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою пакету програм Ms Excel та Past 3.11 (Hammer et al., 2001).

Результати та Обговорення

У результаті дослідження в прісних та морських водоймах нами ідентифіковано 56 таксонів видового рангу голих амеб. До видового рівня визначено 40 таксонів, до роду – 16 (табл. 1; рис. 3). Серед знайдених протистів 28 видів (50 %) виявилися новими для фауни України.

Ми встановили видовий склад голих амеб у водоймах різних регіонів України (табл. 2) (Пацюк, 2024). У водоймах Вінницької області зареєстровано 14 видів голих амеб, Волинської – 20, Дніпропетровської – 16, Житомирської – 26, Запорізької – 10, Закарпатської – 18, Івано-Франківської – 12, Кіровоградської – 12, Київської – 13, Львівської – 16, Миколаївської – 9, Одеської – 8, Полтавської – 12, Рівненської – 13, Сумської – 12, Тернопільської – 7, Харківської – 9, Херсонської – 11, Хмельницької – 15, Черкаської – 11, Чернівецької – 7 та Чернігівської – 9. Переважна більшість видів траплялася в водоймах більшості регіонів дослідження й їх можна вважати еврибіонтними. *Polychaos*

dubium, *Rhizamoeba* sp. (2), *Amoeba proteus*, *Saccamoeba wakulla*, *Thecamoeba similis*, *Mayorella penardi*, *Mayorella viridis*, *Cochliopodium minus* характерні для водойм Західної, а *Willaertia magna* – лише Північної (Житомирської області) України. Такі особливості розподілу видів голих амеб пов'язані з факторами середовища, які визначають їх присутність або відсутність у водоймах того чи іншого регіону дослідження. Види голих амеб, які знайдені нами в морі не реєструвалися в прісних водоймах.

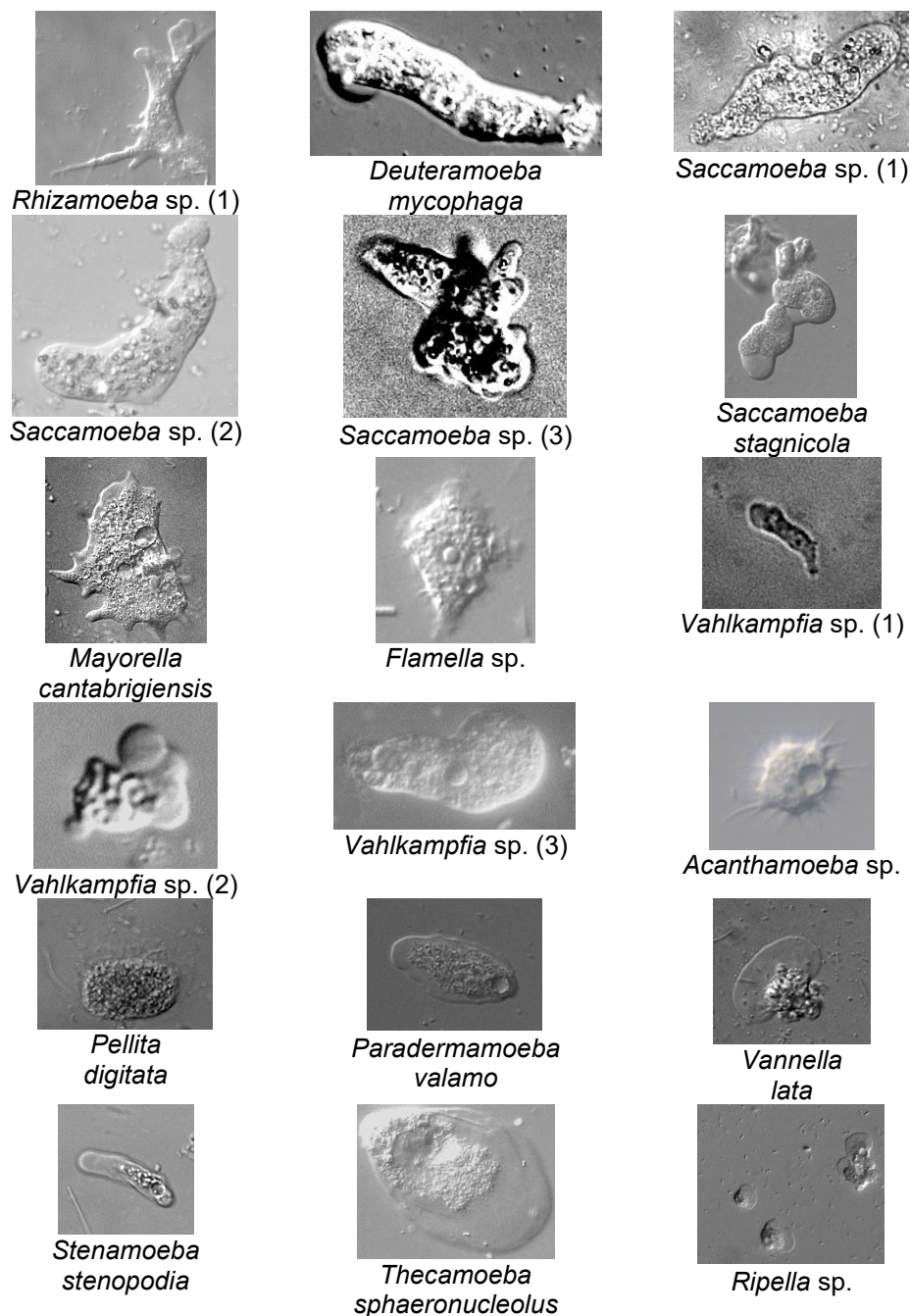


Рис. 3. Окремі види голих амеб, які були знайдені в водоймах України (власне фото (×1240)) / Fig. 3. Certain species of naked amoebae that were found in the waters of Ukraine (own photo (×1240))

Врахувавши частоту трапляння голих амеб у досліджуваних водоймах України ми виділили три групи цих протистів (рис. 4). Амеби, які за частотою трапляння є малопоширеними: *Rhizamoeba* sp. (1) (10-27,5 %), *Rhizamoeba* sp. (2) (5,5-20 %), *Amoeba proteus* (10 %), *Polychaos dubium* (11-

14,6 %), *Saccamoeba limax* (4-22 %), *Saccamoeba wakulla* (4,6-26,7 %), *Saccamoeba marina* (19 %), *Saccamoeba* sp. (1) (1,6-14 %), *Saccamoeba* sp. (2) (7-28 %), *Thecamoeba quadrilineata* (1,3-15,6 %), *Thecamoeba sphaeronucleolus* (2,8-6,7 %), *Thecamoeba verrucosa* (1,3-25 %), *Thecamoeba* sp. (6,2-25 %), *Stenamoeba* sp. (0,6 %), *Paradermamoeba levis* (11,4-25 %), *Mayorella penardi* (2,9-8,6 %), *Mayorella viridis* (6-7 %), *Mayorella* sp. (1) (3-20 %), *Vannella plurinucleolus* (12 %), *Korotnevela diskophora* (1,6-22,6 %), *Vexillifera armata* (28 %), *Pellita digitata* (5,6-16,8 %), *Cochliopodium minus* (10 %), *Cochliopodium gulosum* (28 %), *Flamella* sp. (3,2-16,7 %), *Vahlkampfia* sp. (3) (6,7-23 %), *Willaertia magna* (17,7 %).

Види амеб, які займають середнє положення за частотою трапляння: *Saccamoeba* sp. (3) (19-44 %), *Thecamoeba terricola* (1,3-30 %), *Thecamoeba hilla* (42 %), *Stenamoeba stenopodia* (7-35 %), *Paradermamoeba valamo* (7-35,7 %), *Mayorella gemmifera* (30 %), *Mayorella* sp. (2) (6-33 %), *Vexillifera bacillipedes* (14-43 %), *Ripella* sp. (4,2-47,7 %), *Vannella simplex* (36 %), *Vannella* sp. (2,9-38 %), *Acanthamoeba griffini* (34 %).

Види амеб, які є найпоширенішими: *Deuteroamoeba mycophaga* (6-56 %), *Saccamoeba stagnicola* (8-57 %), *Thecamoeba striata* (7,3-66,7 %), *Thecamoeba similis* (9,8-69 %), *Thecamoeba orbis* (58 %), *Mayorella cantabrigiensis* (5,7-53 %), *Mayorella vespertilioides* (5,6-70 %), *Korotnevela stella* (8,6-56 %), *Vannella devonica* (63 %), *Ripella platypodia* (22-54,3 %), *Vannella lata* (6,7-62,5 %), *Vannella aberdonica* (56,5 %), *Acanthamoeba* sp. (6,7-93,8 %), *Cochliopodium actinophorum* (10,3-60 %), *Vahlkampfia* sp. (1) (4,3-63 %), *Vahlkampfia* sp. (2) (4,3-50 %), *Vahlkampfia avara* (5,7-50 %).

Табл. 2. Розподіл голих амеб у водоймах різних регіонів України («+» – вид присутній, «-» – вид відсутній) / Table 2. Distribution of naked amoebae in water bodies of different regions of Ukraine (“+” – species present, “-” – species absent)

№ з/п	Види амеб	Області України																					
		Вінницька	Волинська	Дніпропетровська	Житомирська	Запорізька	Закарпатська	Івано-Франківська	Кіровоградська	Київська	Львівська	Миколаївська	Одеська	Полтавська	Рівненська	Сумська	Тернопільська	Харківська	Херсонська	Хмельницька	Черкаська	Чернівецька	Чернігівська
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	<i>Rhizamoeba</i> sp. (1)	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
2.	<i>Rhizamoeba</i> sp. (2)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
3.	<i>Amoeba proteus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	<i>Polychaos dubium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
5.	<i>Deuteroamoeba mycophaga</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-
6.	<i>Saccamoeba stagnicola</i>	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
7.	<i>Saccamoeba limax</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
8.	<i>Saccamoeba wakulla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
9.	<i>Saccamoeba</i> sp. (1)	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	<i>Saccamoeba</i> sp. (2)	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
11.	<i>Saccamoeba</i> sp. (3)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
12.	<i>Thecamoeba striata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+
13.	<i>Thecamoeba quadrilineata</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
14.	<i>Thecamoeba sphaeronucleolus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
15.	<i>Thecamoeba verrucosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
16.	<i>Thecamoeba terricola</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	<i>Thecamoeba similis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

№ з/п	Види амеб	Області України																					
		Вінницька	Волинська	Дніпропетровська	Житомирська	Запорізька	Закарпатська	Івано-Франківська	Кіровоградська	Київська	Львівська	Миколаївська	Одеська	Полтавська	Рівненська	Сумська	Тернопільська	Харківська	Херсонська	Хмельницька	Черкаська	Чернівецька	Чернігівська
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
18.	<i>Thecamoeba</i> sp.	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–
19.	<i>Stenamoeba stenopodia</i>	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–
20.	<i>Paradermamoeba valamo</i>	–	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–
21.	<i>Paradermamoeba levis</i>	–	–	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–
22.	<i>Mayorella cantabrigiensis</i>	+	–	+	+	+	+	–	–	+	+	–	+	+	+	–	–	+	+	+	+	–	+
23.	<i>Mayorella vespertilioides</i>	–	–	+	+	+	+	–	+	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–
24.	<i>Mayorella penardi</i>	–	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25.	<i>Mayorella viridis</i>	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
26.	<i>Mayorella</i> sp. (1)	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
27.	<i>Mayorella</i> sp. (2)	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–
28.	<i>Korotnevella stella</i>	–	+	+	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	+	–	–
29.	<i>Korotnevella diskophora</i>	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+	–	–	–
30.	<i>Vexillifera bacillipedes</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+	+	–	–	–	+	+	+	+
31.	<i>Ripella platypodia</i>	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
32.	<i>Ripella</i> sp.	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–
33.	<i>Vannella lata</i>	–	–	+	+	–	+	+	–	+	+	–	–	+	+	+	–	–	+	+	–	–	–
34.	<i>Vannella</i> sp.	–	+	+	+	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35.	<i>Acanthamoeba</i> sp.	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–	–	+	+	–	+	+	+	–	+
36.	<i>Pellita digitata</i>	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–
37.	<i>Cochliopodium actinophorum</i>	+	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	–	+	–	+	+	+	–	–	+
38.	<i>Cochliopodium minus</i>	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
39.	<i>Flamella</i> sp.	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	+	–	–	–
40.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (1)	+	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+
41.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (2)	+	+	+	–	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	+
42.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (3)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	+	–	–	+
43.	<i>Vahlkampfia avara</i>	+	–	+	+	–	+	+	–	+	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	–	+	–
44.	<i>Willaertia magna</i>	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Всього	14	20	16	26	10	18	12	12	13	16	9	8	12	13	12	7	9	11	15	11	7	9

У водоймах України один і той самий вид голих амеб за частотою трапляння займає різне положення, що пов'язано з факторами середовища.

Враховуючи власні дані щодо знахідок голих амеб у водоймах різних типів України, які відрізняються абіотичними факторами середовища (температурою, концентрацією розчинених у воді кисню та органічних речовин) ми встановили діапазони толерантності для 44 видів голих амеб до вказаних вище факторів (табл. 3). При встановленні діапазонів толерантності голих амеб до факторів водного середовища, для того, щоб значення цих чинників були представлені в однакових одиницях виміру ми використовували десятибальну шкалу (Arndt, 1993; Prosser et al., 2007; Weisse, 2008). Аналіз даних, які наведені в таблиці 3, дозволив віднести всі види голих амеб до таких екологічних груп.

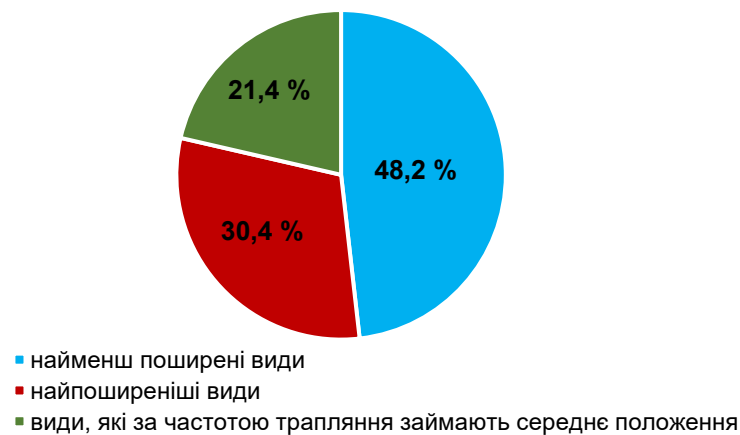


Рис. 4. Групи голих амеб за частотою трапляння
Fig. 4. Groups of naked amoebae by frequency of occurrence

Толерантність живих організмів до температури води водойм може оцінюватися за умови цілорічних спостережень. Сезонні дослідження в видовому комплексі голих амеб у р. Тетерів (м. Житомир) проводилися впродовж 2014-2020 р.р., що дозволило нам виділити такі екологічні групи голих амеб. 8 видів витримують діапазон температур води від +1-2 до +22-24 °C й є евритермними; групу стенотермних теплолюбних утворюють 6 видів, що зафіксовані при температурі води від +7-12 до +22-23 °C; стенотермних холодолюбних 1 вид – +1-6 °C (табл. 3).

Проведений кластерний аналіз показує, що виділені нами екологічні групи голих амеб за температурним фактором, об'єднуються в два кластери з достатньо високою бутстреп-підтримкою (77-100 %) (рис. 5). В перший кластер виділилась група евритермних видів, у другий – стенотермних теплолюбних і стенотермних холодолюбних.

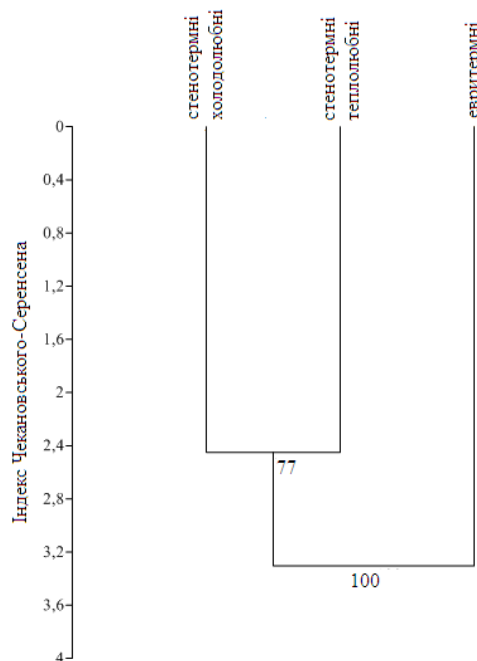


Рис. 5. Розподіл голих амеб за температурою води (за індексом Чекановського-Серенсена)
Fig. 5. Distribution of naked amoebae by water temperature (according to the Chekanovsky-Sørensen index)

Евриоксидні види відмічені при концентрації розчиненого в воді кисню 4,83-20,04 мг/л, тоді як стенооксидні реєструвалися в воді при вмісті кисню не вище ніж 10,04 мг/л (рис. 6.; табл. 3). Такі види амеб, як *Saccamoeba stagnicola*, *Vexillifera bacillipedes*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Stenamoeba stenopodia*, *Flamella* sp. у попередніх дослідженнях (Пацюк, 2014; 2016) реєструвалися нами як стенооксидні види. Більш детальні багаторічні дослідження дозволяють їх віднести до евриоксидних видів.

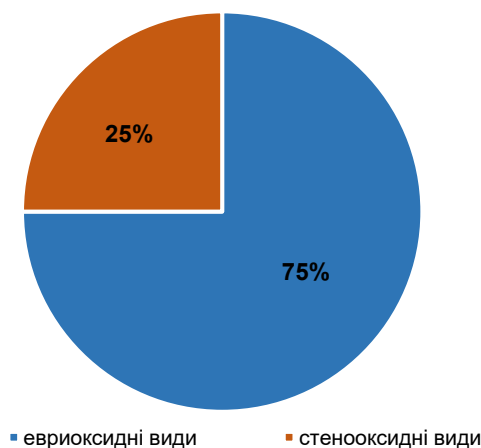


Рис. 6. Екологічні групи голих амеб по відношенню до концентрації розчиненого в воді кисню
Fig. 6. Ecological groups of naked amoebae in relation to the concentration of oxygen dissolved in water

Виділена група голих амеб (24 види), що знайдена при перманганатній окислюваності води 5,03-50,04 мг О₂/л; група (13 видів), що трапляються при значеннях не вище ніж 30,44 мг О₂/л, та група (7 видів), що зафіксовані при концентрації розчинених у воді органічних речовин не вище ніж 39,72 мг О₂/л (рис. 7; табл. 3).



Рис. 7. Екологічні групи голих амеб по відношенню до концентрації розчинених у воді органічних речовин
Fig. 7. Ecological groups of naked amoebae in relation to the concentration of organic substances dissolved in water

Як видно з рис. 8, виділені нами екологічні групи голих амеб по відношенню до концентрації розчинених у воді органічних речовин об'єднуються в два кластери. Окремий кластер утворюють списки голих амеб, які зустрічалися в усьому діапазоні значень концентрації розчинених у воді органічних речовин (100 %). У свою чергу, в окремий кластер об'єднуються списки голих амеб, які є чутливими до дії концентрації розчинених у воді органічних речовин та стенобіонтними по відношенню до цього чинника середовища (96 %) (рис. 8).

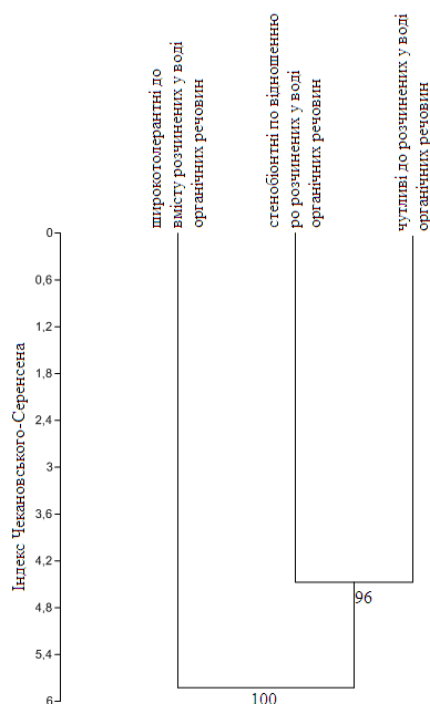


Рис. 8. Розподіл голих амеб за концентрацією розчинених у воді органічних речовин (за перманганатною окислюваністю) (за індексом Чекановського-Серенсена) / Fig. 8. Distribution of naked amoebae by the concentration of organic substances dissolved in water (by permanganate oxidation) (by the Chekanovsky-Sørensen index)

Для встановлення особливостей населення голих амеб у природних біотопах необхідно вивчати проби з віддалених місцезнаходжень і порівнювати їх із видами виділеними в складі регіональних фаун. Нами вивчені види голих амеб із водойм Австрії, Німеччини, Польщі, Чехії, Швейцарії. Як видно з таблиці 4 виділені нами голі амеби з віддалених місцезнаходжень витримують подібні значення абіотичних факторів водного середовища із такими, які встановлені для видів, виділених із водойм України й відповідають діапазонам толерантності голих амеб до вищевказаних чинників (табл. 3).

Діапазони толерантності 18 видів голих амеб охоплюють усі значення зареєстрованих чинників й віднесені нами до еврибіонтів (табл. 3). Однак, такі види як *Rhizamoeba* sp. (2), *Saccamoeba limax*, *Saccamoeba* sp. (1), *Saccamoeba* sp. (3), *Deuteramoeba mycophaga*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Thecamoeba terricola*, *Thecamoeba similis*, *Stenamoeba stenopodia*, *Ripella* sp., *Mayorella penardi*, *Mayorella* sp. (2), *Korotnevella diskophora*, *Vexillifera bacillipedes*, *Pellita digitata*, *Flamella* sp., *Vahlkampfia* sp. (2), *Willaertia magna* входять одночасно до кількох категорій, що свідчить про їхню екологічну пластичність.

Табл. 3. Діапазони температури води (T °C), концентрації розчинених у воді кисню (мг/л) та органічних речовин (мг O₂/л), при яких були зареєстровані голі амеби / Table 3. Ranges of water temperature (T °C), concentrations of dissolved oxygen (mg/l) and organic matter (mg O₂/l) in water, at which naked amoebae were recorded

№ п/п	Види амеб	Толерантність до температури води, T °C	Толерантність до концентрації розчиненого в воді кисню, мг/л	Толерантність до концентрації розчинених у воді органічних речовин, мг O ₂ /л
1.	<i>Rhizamoeba</i> sp. (1)		7,32-18,54±0,022	9,86-50,40±0,023
2.	<i>Rhizamoeba</i> sp. (2)		11,03-19,82±0,029	8,36-26,18±0,030

№ п/п	Види амеб	Толерантність до температури води, Т °С	Толерантність до концентрації розчиненого в воді кисню, мг/л	Толерантність до концентрації розчинених у воді органічних речовин, мг О ₂ /л
3.	<i>Amoeba proteus</i>		9,68±0,015	25,14±0,055
4.	<i>Polychaos dubium</i>		6,52-8,28±0,034	13,84-22,18±0,021
5.	<i>Deuteroamoeba mycophaga</i>	7-23	6,38-19,64±0,033	9,09-44,18±0,012
6.	<i>Saccamoeba stagnicola</i>		9,34-18,34±0,029	9,09-50,40±0,023
7.	<i>Saccamoeba limax</i>		4,36-8,64±0,016	10,18-39,18±0,029
8.	<i>Saccamoeba wakulla</i>		15,13-16,35±0,011	22,84-29,48±0,021
9.	<i>Saccamoeba</i> sp. (1)		9,61-16,82±0,071	8,44-25,34±0,021
10.	<i>Saccamoeba</i> sp. (2)		8,32-8,64±0,021	9,63-15,84±0,071
11.	<i>Saccamoeba</i> sp. (3)	1-6	6,38-20,04±0,015	9,64-39,65±0,018
12.	<i>Thecamoeba striata</i>	1-24	5,44-18,34±0,081	5,03-49,44±0,089
13.	<i>Thecamoeba quadrilineata</i>	7-12	8,32-17,84±0,094	15,84-42,05±0,010
14.	<i>Thecamoeba sphaeronucleolus</i>		6,32-8,28±0,017	10,08-21,00±0,024
15.	<i>Thecamoeba verrucosa</i>		6,38-17,35±0,019	10,18-39,72±0,029
16.	<i>Thecamoeba terricola</i>		10,20-19,5±0,017	8,54-30,44±0,011
17.	<i>Thecamoeba similis</i>		7,32-9,94±0,027	11,15-39,18±0,017
18.	<i>Thecamoeba</i> sp.	1-22	6,38-17,35±0,087	9,86-42,18±0,021
19.	<i>Stenamoeba stenopodia</i>	7-23	6,38-18,54±0,011	10,15-50,40±0,026
20.	<i>Paradermamoeba valamo</i>		11,35-19,64±0,018	10,08-43,15±0,020
21.	<i>Paradermamoeba levis</i>		10,20-19,64±0,010	10,18-43,15±0,027
22.	<i>Mayorella cantabrigiensis</i>	1-24	6,34-19,64±0,053	9,63-50,40±0,011
23.	<i>Mayorella vespertilioides</i>		9,33-15,34±0,014	9,63-50,40±0,019
24.	<i>Mayorella penardi</i>		9,68-19,32±0,031	8,64-38,46±0,035
25.	<i>Mayorella viridis</i>		6,52-9,98±0,011	10,08-22,18±0,041
26.	<i>Mayorella</i> sp. (1)		7,35-9,61±0,021	9,63-28,44±0,011
27.	<i>Mayorella</i> sp. (2)		10,35-19,5±0,009	10,18-36,47±0,022
28.	<i>Korotnevella stella</i>	1-24	6,38-20,04±0,021	9,86-50,40±0,027
29.	<i>Korotnevella diskophora</i>		8,35-9,26±0,022	10,18-41,53±0,021
30.	<i>Vexillifera bacillipedes</i>	7-23	4,83-19,40±0,022	9,63-50,40±0,013
31.	<i>Ripella platypodia</i>		8,35-17,32±0,065	13,84-49,44±0,014
32.	<i>Ripella</i> sp.	7-23	6,38-17,23±0,074	10,18-50,13±0,061
33.	<i>Vannella lata</i>	1-24	5,44-19,64±0,033	5,03-50,40±0,021
34.	<i>Vannella</i> sp.	1-24	6,38-18,54±0,021	12,05-50,40±0,011
35.	<i>Acanthamoeba</i> sp.	2-22	5,44-16,52±0,061	9,64-50,01±0,013
36.	<i>Pellita digitata</i>		5,42-17,32±0,022	9,86-28,38±0,012
37.	<i>Cochliopodium actinophorum</i>	1-24	6,38-20,04±0,023	9,63-50,13±0,031
38.	<i>Cochliopodium minus</i>		9,68±0,022	25,14±0,016
39.	<i>Flamella</i> sp.		9,68-16,82±0,013	8,44-30,44±0,041
40.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (1)		7,32-16,84±0,041	9,63-44,89±0,018
41.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (2)		8,35-9,64±0,032	9,86-49,44±0,054
42.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (3)		5,44-12,26±0,071	10,26-50,02±0,051
43.	<i>Vahlkampfia avara</i>		7,32-19,64±0,068	9,63-50,40±0,011
44.	<i>Willaertia magna</i>	7-22	6,38-17,35±0,011	16,14-39,15±0,012

Табл. 4. Значення чинників водного середовища при яких реєструвалися голі амеби в водоймах з віддалених місцезнаходжень / Table 4. The values of aquatic environmental factors under which naked amoebae were recorded in water bodies from remote locations

№ п/п	Види амеб	Регіони досліджень									
		Австрія		Німеччина		Польща		Чехія		Швейцарія	
		концентрація розчиненого в воді кисню, мг/л	концентрація розчинених у воді органічних речовин, мг O ₂ /л	концентрація розчиненого в воді кисню, мг/л	концентрація розчинених у воді органічних речовин, мг O ₂ /л	концентрація розчиненого в воді кисню, мг/л	концентрація розчинених у воді органічних речовин, мг O ₂ /л	концентрація розчиненого в воді кисню, мг/л	концентрація розчинених у воді органічних речовин, мг O ₂ /л	концентрація розчиненого в воді кисню, мг/л	концентрація розчинених у воді органічних речовин, мг O ₂ /л
1.	<i>Deuteroamoeba mycophaga</i>	16,07 ±0,001	16,38 ±0,002	–	–	–	–	–	–	–	–
2.	<i>Saccamoeba stagnicola</i>	–	–	16,84 ±0,025	25,84 ±0,01	–	–	–	–	–	–
3.	<i>Saccamoeba limax</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	9,90 ±0,02	10,84 ±0,03
4.	<i>Saccamoeba</i> sp. (3)	–	–	–	–	–	–	14,13 ±0,01	17,04 ±0,01	–	–
5.	<i>Thecamoeba striata</i>	–	–	–	–	12,10 ±0,003	25,00 ±0,001	10,35 ±0,003	36,11 ±0,001	9,90 ±0,02	10,84 ±0,03
6.	<i>Thecamoeba quadrilineata</i>	16,07 ±0,001	16,38 ±0,002	–	–	–	–	–	–	–	–
7.	<i>Thecamoeba verrucosa</i>	–	–	13,42 ±0,006	21,15 ±0,004	–	–	–	–	–	–
8.	<i>Thecamoeba terricola</i>	18,04 ±0,004	10,18 ±0,001	–	–	–	–	–	–	–	–
9.	<i>Thecamoeba similis</i>	9,64 ±0,002	24,43 ±0,01	–	–	–	–	–	–	–	–
10.	<i>Stenamoeba stenopodia</i>	16,07 ±0,001	16,38 ±0,002	–	–	12,10 ±0,003	25,00 ±0,001	10,35 ±0,003	36,11 ±0,001	–	–
11.	<i>Mayorella cantabrigiensis</i>	9,64 ±0,002	24,43 ±0,01	13,42 ±0,006	21,15 ±0,004	–	–	18,38 ±0,008	28,64 ±0,004	–	–
12.	<i>Mayorella vespertilioides</i>	–	–	–	–	12,10 ±0,003	25,00 ±0,001	–	–	–	–
13.	<i>Korotnevella stella</i>	9,64 ±0,002	24,43 ±0,01	–	–	–	–	–	–	–	–
14.	<i>Vexillifera bacillipedes</i>	18,04 ±0,004	10,18 ±0,001	–	–	–	–	14,13 ±0,01	17,04 ±0,01	–	–
15.	<i>Ripella platypodia</i>	–	–	16,84 ±0,025	25,84 ±0,01	–	–	–	–	–	–
16.	<i>Ripella</i> sp.	–	–	–	–	–	–	18,38 ±0,008	28,64 ±0,004	–	–
17.	<i>Vannella lata</i>	–	–	–	–	12,10 ±0,003	25,00 ±0,001	–	–	–	–
18.	<i>Acanthamoeba</i> sp.	–	–	–	–	–	–	14,13 ±0,01	17,04 ±0,01	–	–
19.	<i>Cochliopodium actinophorum</i>	18,04 ±0,004	10,18 ±0,001	–	–	–	–	–	–	–	–
20.	<i>Vahlkampfia</i> sp. (1)	–	–	–	–	–	–	10,35 ±0,003	36,11 ±0,001	–	–
21.	<i>Vahlkampfia avara</i>	–	–	13,42 ±0,006	21,15 ±0,004	–	–	–	–	–	–

Морські види голих амеб траплялися за солоності води Чорного моря від 15,5 до 17,6 ‰. *Vannella simplex* та *Acanthamoeba griffini* були виділені нами з Середземного моря (Сіде, Турція) за солоності

води 37,8 ‰. Враховуючи цей фактор середовища ми виділили такі екологічні групи цих протистів: евригалінні – *Acanthamoeba griffini* й *Vannella simplex* та стеногалінні – *Saccamoeba marina*, *Vexillifera armata*, *Vannella devonica*, *Vannella aberdonica*, *Vannella plurinucleolus*, *Cochliopodium gulosum*, *Mayorella gemmifera*, *Thecamoeba orbis*, *Thecamoeba hilla*, *Stenamoeba* sp. Встановлено, що голі амеби можуть адаптуватися до досить низьких значень солоності середовища (Patsyuk, 2024). Проте, окремо виділяють групи морських, прісноводних та ґрунтових видів (Page, Siemensma, 1991). Фізико-хімічні параметри води впливають на видовий склад амебоїдних протистів та претендують на роль основних факторів, що регулюють чисельність та поширення голих амеб (Anderson, 2013).

Відомі види, які є небезпечними для людини і тварин (наприклад, акантамеби, неглерія, баламутія, ентамеби) й ті, які виділені з тканин людини і тварин і вважаються умовно патогенними організмами (представники родів *Sappinia* і *Thecamoeba*). Небезпечними захворюваннями є дизентерія, кератити, амебний менінгоенцефаліт та ін. (Kaushal et al., 2008; Laing et al., 2010; Ondarza, 2007; Ramanan et al., 2010). У наших дослідженнях паразитичні види не реєструвалися. Для того, щоб встановити чи дійсно представники родів *Acanthamoeba* й *Vahlkampfia* є паразитичними амебами, необхідно проводити спеціальні дослідження, в т.ч. й секвенування ДНК для точного визначення видів.

Таким чином, в результаті наших досліджень ідентифіковано 44 прісноводних видів голих амеб та 12 – морських. Для 22 видів підтверджена видова ідентифікація за геном 18S рРНК. Найпоширенішими в водоймах України є 17 видів амеб, найменш поширеними – 12, середнє положення за частотою трапляння – 27. *Polychaos dubium*, *Rhizamoeba* sp. (2), *Amoeba proteus*, *Saccamoeba wakulla*, *Thecamoeba similis*, *Mayorella penardi*, *Mayorella viridis*, *Cochliopodium minus* реєструвалися в водоймах Західної України, *W. magna* – Північної; усі інші види – у водоймах більшості регіонів України й їх можна вважати еврибіонтними видами. Виділені екологічні групи голих амеб по відношенню до: температури води – евритермні (8 видів), стенотермні холодолюбні (1 вид), стенотермні теплолюбні (6 видів); концентрації розчиненого в воді кисню – евріоксидні (33 види), стенооксидні (11 видів); концентрації розчинених у воді органічних речовин – види, які зустрічаються при широких (24 види) та вузьких (13 видів) значеннях концентрації розчинених у воді органічних речовин та стенобіонтні (7 видів) по відношенню до розчиненої в воді органіки; солоності води – евригалінні (2 види) та стеногалінні (10 видів). Списки видів досліджених протистів за температурним фактором формують два кластери: евритермні види та стенотермні теплолюбні й стенотермні холодолюбні. За перманганатною окислюваністю в перший кластер потрапляє група видів широкотолерантних за цим фактором, у другий – стенобіонтів й вузькотолерантних. З'ясовано, що одні й ті ж прісноводні види можуть бути стенобіонтами за одним фактором та еврибіонтами за іншим, що визначає їх поширення в водоймах України та за її межами. Морські види голих амеб у прісних водоймах нами не реєструвалися.

Список літератури / References

- Методичний посібник з визначення якості води. Упоряд. : В. І. Щербак, Е. О. Арістархова, Г. Є. Бойко, Ю. Л. Гучек, Т. М. Косогова, В. І. Назаренко, О. А. Петрущенко. Київ, 2002. 51 с. [Methodological guide for determining water quality. Compiled by: V. I. Shcherbak, E. O. Aristarkhova, G. E. Boyko, Y. L. Guchek, T. M. Kosogova, V. I. Nazarenko, O. A. Petrushenko. Kyiv, 2002. 51 p.] (in Ukrainian)
- Набиванець, Б. Й., Осадчий, В. І., Осадча, Н. М. та ін. (2007). Аналітична хімія поверхневих вод. К. : Наукова думка. С. 85-300. [Nabyvanets, B. Y., Osadchyi, V. I., Osadcha, N. M. et al. (2007). Analytical chemistry of surface waters. Kyiv: Naukova Dumka. P. 85-300] (in Ukrainian)
- Пацюк, М. К. (2014). Сезонні зміни у видовому комплексі голих амеб у р. Кам'янка (м. Житомир). *Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки*. Запоріжжя: Запорізький національний університет, № 2, 98-107. [Patsyuk, M. K. (2014). Seasonal changes in the species complex of naked amoebae in the Kamianka River (Zhytomyr). *Bulletin of Zaporizhzhia National University: collection of scientific papers. Biological sciences*. Zaporizhzhia: Zaporizhzhia National University, № 2, 98-107] (in Ukrainian)
- Пацюк, М. К. (2024). Формування таксономічної структури та різноманіття голих амеб. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.08 – зоологія. Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, Київ. 387 с. [Patsyuk, M. K. (2024). Formation of the taxonomic structure and diversity of naked amoebae. A thesis to obtain the scientific degree of Doctor of Biological Sciences in the speciality 03.00.08 – Zoology. I. I. Schmalhausen Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv. 387 p.] (in Ukrainian)
- Хільчевський, В. К. (2003). Гідрохімія океанів і морів. Київ : ВПЦ «Київський університет». 114 с. [Hilchevsky, V. K.

- (2003). Hydrochemistry of oceans and seas. Kyiv: VPC "Kyiv University". 114 p.] (Ukrainian)
- Anderson, O. R. (2007). A seasonal study of the carbon content for planktonic naked amoebae in the Hudson Estuary and in a productive freshwater pond with comparative data for ciliates. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 54 (4), 388-391. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2007.00276.x>
- Anderson, O. R. (2013). Naked amoebae in biofilms collected from a temperate freshwater pond. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 60, 429-431. <https://doi.org/10.1111/jeu.12042>
- Arndt, H. (1993). A Critical Review of Importance of Rhizopods and Actinopods in Lake Plankton. *Marine Microbial Food Webs*, 7, 3-29.
- Barnes, R. S. K. (1989). What if any thing, is a brackish-water fauna? *Trans. R. Soc. Edinb.*, 80, 235-240.
- Cavalier-Smith, T., Chao, E. E., Lewis, R. (2016). 187-gene Phylogeny of Protozoan Phylum Amoebozoa Reveals a New Class (Cutosea) of Deep-branching, Ultrastructurally Unique, Enveloped Marine Lobosa and Clarifies Amoeba Evolution. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 99, 275-296. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.03.023>
- Delafont, V., Perrin, Y., Bouchon, D. et al. (2019). Targeted metagenomics of microbial diversity in free-living amoebae and water samples. *Methods Mol. Biol.*, 1921, 421-428. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9048-1_26
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. (2001). PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. electronica*, 4 (1), 1-9.
- Kaushal, V., Chhina, D. K., Kumar, R. et al. (2008). *Acanthamoeba* encephalitis. *Indian J. Med. Microbiol.*, 26 (2), 182-184. <https://doi.org/10.4103/0255-0857.40539>
- Kiss, A. K., Acs, E., Kiss, K. T. et al. (2009). Structure and seasonal dynamics of the protozoan community (heterotrophic flagellates, ciliates, amoeboid protozoa) in the plankton of a large river (River Danube, Hungary). *Europ. J. Protistol.*, 45, 121-138. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2008.08.002>
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K. (2016). MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology Evolution*, 33 (7), 1870-1874. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw054>
- Kyle, D. E., Noblet, G. P. (1987). Seasonal distribution of thermotolerant free-living amoebae. SS. *Lake Issaqueena. J. Protozool.*, 34 (1), 10-15.
- Laing, S. Y., Ji, D. R., Hsia, K. T. et al. (2010). Isolation and identification of *Acanthamoeba* species related to amoebic encephalitis and nonpathogenic free-living amoebae species from the rice field. *Journal of Applied Microbiology*, 109 (4), 1422-1429. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04779.x>
- Medlin, L., Elwood, H. J., Stickel, S. et al. (1988). The characterization of enzymatically amplified eukaryotic 16S-like rRNA-coding regions. *Gene*, 71, 491-499. [https://doi.org/10.1016/0378-1119\(88\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0378-1119(88)90066-2)
- Ondarza, R. N. (2007). Drug Targets from Human Pathogenic Amoebas: *Entamoeba histolytica*, *Acanthamoeba polyphaga* and *Naegleria fowleri*. *Infection Disorders – Drug Targets*, 7 (3), 1-266-280. <https://doi.org/10.2174/187152607782110059>
- Page, F. C. (1983). Marine gymnamoebae. Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge, 54 pp.
- Page, F. C. (1988). A New Key to Freshwater and Soil Gymnamoebae. Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria, UK, 122 p.
- Page, F. C., Siemensma, F. J. (1991). Nackte Rhizopoda und Heliozoa (Protozoenfauna Band 2). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 3-170.
- Patsyuk, M. K. (2013). Tolerance of Naked Amoebas (Protista) to the Abiotic Factors. *Nature Montenegrina. Podgorica*, 12 (2), 319-323.
- Patsyuk, M. K. (2016). Seasonal changes in the species composition of naked amoebas (Amoebina) of the Teterev river (the Town of Zhitomir). *Hydrobiological Journal*, 52 (4), 55-62. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v52.i4.60>
- Patsyuk, M. K. (2018). Peculiarities of the Spatial Distribution of Naked Amoebas in Sandy Bottom Sediments of a Small River. *Hydrobiological Journal*, 54 (5), 102-111. <https://doi.org/10.1615/HYDROBJ.V54.I5.100>
- Patsyuk, M. K., Onyshchuk, I. P. (2019). Diversity and Distribution of Naked Amoebae in Water Bodies of Sumy Region (Ukraine). *Vestnik Zoologii*, 53(3), 177-186. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2019-0018>
- Patsyuk, M. (2020). Diversity of Naked Amoebae in Soils of Forest Areas of Zhytomyr Region (Ukraine). *Zootaxa*, 4743 (2), 257-265. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4743.2.8>
- Patsyuk, M. (2024). Impact of Environmental Salinity on Growth and Development of Naked Amoebae in Beach Sands of the Black Sea in the Region of Odesa, Ukraine. *Acta Zoologica Bulgarica*, 76 (2), 225-234. <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/40935>
- Prosser, J. I., Bohannan, B. J. M., Curtis, T. P. et al. (2007). The role of ecological theory in microbial ecology. *Nat. Rev. Microbiol.*, 5, 384-392. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1643>
- Ramanan, D., Nalaganta, R., Ram, Y. K. S. et al. (2010). Amoebic meningo-encephalitis. *Indian J. Pathol. Microbiol.*, 53 (1), 183-184.
- Raunkiaer, C. (1934). Formations Undersogelse og Formations Statistik. Investigations and statistics of plant formations, 201-282.

Tekle, Y. I., Grant, J., Anderson, O. R. et al. (2008). Phylogenetic placement of diverse amoebae inferred from multigene analyses and assessment of clade stability within 'Amoebozoa' upon removal of varying rate classes of SSU-rDNA. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 47, 339-352. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.11.015>

Weisse, T. (2008). Distribution and diversity of aquatic protist: an evolutionary and ecological perspective. *Biodivers. Conserv.*, 17, 243-259. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9249-4>

Species composition and ecology of naked amoebae in Ukraine and adjacent territories

M.K. Patsyuk

From the fresh and marine waters we identified 56 species of naked amoebae. Among the identified species, 17 were found to be the most frequent in Ukrainian water bodies, 27 species were infrequent, and 12 showed intermediate frequency of occurrence. Were determined the ecological groups of species to abiotic factors of the aquatic environment. Eurythermal: *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba* sp., *Mayorella cantabrigiensis*, *Korotnevella stella*, *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum*. Stenothermal thermophilic: *Deuteroamoeba mycophaga*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Stenamoeba stenopodia*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella* sp., *Williaertia magna*. Stenothermal psychrophilic: *Saccamoeba* sp. (3). Euryoxidic: *Rhizamoeba* sp. (1), *Rhizamoeba* sp. (2), *Deuteroamoeba mycophaga*, *Saccamoeba stagnicola*, *Saccamoeba wakulla*, *Saccamoeba* sp. (1), *Saccamoeba* sp. (3), *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Thecamoeba verrucosa*, *Thecamoeba terricola*, *Thecamoeba* sp., *Stenamoeba stenopodia*, *Paradermoamoeba valamo*, *Paradermoamoeba levis*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Mayorella vespertilioides*, *Mayorella penardi*, *Mayorella* sp. (2), *Korotnevella stella*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella platypodia*, *Ripella* sp., *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Pellita digitata*, *Cochliopodium actinophorum*, *Flamella* sp., *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (3), *Vahlkampfia avara*, *Williaertia magna*. Stenooxidic: *Amoeba proteus*, *Polychaos dubium*, *Saccamoeba limax*, *Saccamoeba* sp. (2), *Thecamoeba sphaeronucleolus*, *Thecamoeba similis*, *Mayorella viridis*, *Mayorella* sp. (1), *Korotnevella diskophora*, *Cochliopodium minus*, *Vahlkampfia* sp. (2). Broad-tolerant to dissolved organic matter: *Rhizamoeba* sp. (1), *Deuteroamoeba mycophaga*, *Saccamoeba stagnicola*, *Thecamoeba striata*, *Thecamoeba quadrilineata*, *Thecamoeba* sp., *Stenamoeba stenopodia*, *Paradermoamoeba valamo*, *Paradermoamoeba levis*, *Mayorella cantabrigiensis*, *Mayorella vespertilioides*, *Korotnevella stella*, *Korotnevella diskophora*, *Vexillifera bacillipedes*, *Ripella platypodia*, *Ripella* sp., *Vannella lata*, *Vannella* sp., *Acanthamoeba* sp., *Cochliopodium actinophorum*, *Vahlkampfia avara*, *Vahlkampfia* sp. (1), *Vahlkampfia* sp. (2), *Vahlkampfia* sp. (3). Narrow-tolerant to dissolved organic matter: *Rhizamoeba* sp. (2), *Amoeba proteus*, *Polychaos dubium*, *Saccamoeba wakulla*, *Saccamoeba* sp. (1), *Saccamoeba* sp. (2), *Thecamoeba sphaeronucleolus*, *Thecamoeba terricola*, *Mayorella viridis*, *Mayorella* sp. (1), *Pellita digitata*, *Cochliopodium minus*, *Flamella* sp. Stenobionts in relation to dissolved organic matter in water: *Saccamoeba limax*, *Saccamoeba* sp. (3), *Thecamoeba verrucosa*, *Thecamoeba similis*, *Mayorella penardi*, *Mayorella* sp. (2), *Williaertia magna*. Euryhaline: *Acanthamoeba griffini*, *Vannella simplex*. Stenohaline: *Saccamoeba marina*, *Vexillifera armata*, *Vannella devonica*, *Vannella aberdonica*, *Vannella plurinucleolus*, *Cochliopodium gulosum*, *Mayorella gemmifera*, *Thecamoeba orbis*, *Thecamoeba hilla*, *Stenamoeba* sp.

Key words: naked amoebae, abiotic environmental factors, ecological groups, water bodies of Ukraine

Cite this article: Patsyuk M. K. (2025) Species composition and ecology of naked amoebae in Ukraine and adjacent territories. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 45, p. 27-42. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-3> (In Ukrainian)

About the author:

Patsyuk M. K. – Ivan Franko Zhytomyr State University, 40 Velyka Berdychivska St., Zhytomyr, Ukraine, 10008, kostivna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1185-8101>

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Received: 13.01.2025 / Revised: 31.10.2025 / Accepted: 01.12.2025 / Published: 31.12.2025

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-4>
УДК: 559.8

Digitization of the primate collection at the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University N. Perevozchikova, S. Yeremenko, Y. Yatsenko

The Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University (MNKNU) has the largest primate collection in Ukraine, comprising 217 specimens of 59 species, including *Homo sapiens*. The non-human species represented in the museum comprise 11% of the total number of primates, according to the Mammal Diversity Database v2.2 (further MDD, accessed August 2025), and are distributed across four of the eight biogeographic kingdoms, according to the World Wide Fund for Nature (WWF). The foundation of the MNKNU's primate collection dates back to the first quarter of the XIXth century, thus, the record for the oldest stuffed animal in the collection - a golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia* (L., 1766), - dates back to 1826. The collection is represented by several types of preservation groups and includes 103 stuffed animals of 54 determined species, 87 dry, and 27 wet preparations. In the present work, we report the result of the revision of the primates collection, including taxonomical redetermination, as well as performed digitization of the part of the collection (represented by stuffed animals) accompanied by the original historical inventory data (index cards catalogue, inventory books, and printed catalogues).

Key words: digitization, primates, collection

Cite this article: Perevozchikova N., Yeremenko S., Yatsenko Y. (2025) Digitization of the primate collection at the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 45, p. 43-51. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-4>

About the authors:

Perevozchikova N. – Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University, Trinkler st., 8, Kharkiv, Ukraine, 61022; 62chelpa@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-8698-5160>

Yeremenko S. – Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University, Trinkler st., 8, Kharkiv, Ukraine, 61022; eremenko2705@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-0752-9356>

Yatsenko Y. – Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University, Trinkler st., 8, Kharkiv, Ukraine, 61022; vikjur73@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5995-1111>

Received: 28.08.2025 / Revised: 12.11.2025 / Accepted: 16.12.2025 / Published: 31.12.2025

Introduction

Digitization and mobilization of natural scientific collections is a global trend. This is particularly relevant in Ukraine as due to the Russian war of aggression the museum collections are at the high risks of destruction. Recently, several initiatives targeted digitization of herbaria or animal collections (Vasyliuk et al., 2022; Novikov et al., 2024; Novikov et al., 2025). One of the outcomes of this process is the representation of the museum collection in the online resources, which implies open access to the otherwise inaccessible scientific and historical data (e.g., Bezzera et al., 2024).

The Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University (MNKNU) has the largest primate collection in Ukraine, which today counts 217 specimens of 59 species, including *Homo sapiens*. In 2009, the museum's catalogue of Primates (Levchenko, Perevozchikova, 2009) was printed in a scarce edition of 100 paper copies and mainly represented summarized data of the inventory books and original records for the vouchers that were acquired from the Kharkiv Zoo.

Russian war of aggression rise concerns about the safety of the Museum and its collections and brings necessity for digitalization of the stored items, in particular the collection of primates as well as historical sources (catalogues, etc.). Given this opportunity, physical and curatorial re-evaluation, taxonomical redetermination, and provenance research were essential and long overdue.

This article along with the provided digitalized GBIF dataset (as the Occurrence data type) altogether describes the collection and additionally cover i) history of formation of the MNKNU's Primates collection, ii) dynamics of the species and quantitative composition of the collection, iii) taxonomic affiliation, iv) types of preservation, v) biogeographic distribution, and vi) IUCN protection categories.

Materials and Methods

I. Historical data of the MNKNU primate collection covers period between 1826-1995 and includes following archival sources:

i) the original records of the systematic card index of the MNKNU (composed between 1826-1889, and contains 24 records compiled within 1826-1875 for primates);
 ii) Book for recording additions to the Zoological Cabinet. Material Book (maintained 1826-1862);
 iii) Systematic catalogue of objects stored in the Zoological Cabinet of the Imperial Kharkiv University until 1848 (Chernay, 1849);
 iv) Systematic catalogue of objects stored in the Zoological Cabinet of the Imperial Kharkiv University until 1848 (Chernay, 1854);
 v) Inventory book of the Zoological Museum of the Biological Faculty of the A.M. Gorky Kharkiv State University (22 March 1937 - 24 July 1941);
 vi) Inventory workbook № 2 of the Museum of Darwinism of the Biological Faculty of the A.M. Gorky Kharkiv State University (1944);
 vii) Main inventory book of the Museum of Nature of the A. M. Gorky Kharkiv State University (1976) – currently in use and renamed into "Inventory book № 1 of the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University, started Jan. 1976 - ended 1976, from #1 until #1403";
 viii) Inventory book of the Department of the Origin of Human (1948-1995);
 All these archival sources were used to compile the only existing catalogue for the MNKNU collection of primates (Levchenko, Perevozchikova, 2009). Noteworthy, no taxonomical (re)determination was made for that printed catalogue.

II. Initial taxonomic determination in the majority of cases relied upon the original labeling of the new acquisitions by the Museum. Specifically, that concerned vouchers from the XIXth century: for those items no taxonomical revision has been conducted ever (archival sources **i-iv**).

During the second half of the XXth century, numerous vouchers have been donated by Kharkiv Zoo, and their determination relied upon original Zoo records, which was reflected in the source **viii**. This inventory book is an unofficial list for internal departmental use, and the species names were filled in by hand by two museum employees – Rudaeva A.V. (working years 1945-1996) and Levchenko D.R. (1970-2016). Among them, only three specimens were determined by Rudaeva.

Hereby, the catalogue (Levchenko, Perevozchikova, 2009) followed taxonomical determinations available from the aforementioned sources **i-viii**.

For present work, we conducted verification and critical taxonomical redetermination of the stuffed animals only (n=103), following systematic framework of the order Primates L., 1758 by the MDD v2.2 (accessed Aug 2025), redetermination was made with essential assistance of Dr. Hector E. Ramirez-Chaves (University de Caldas, Manizales, Colombia). We also verified the collection with the Illustrated checklist by Burgin et al. (2020). As for the rest of vouchers stored in the collection (non-stuffed, n=114), we provided already extant taxonomic records indicating the necessity of such revision in the future.

III. Digitization workflow included:

i) Photographing of the stuffed animals by digital camera Canon EOS 1300D, with processor DIGIC 4+ under the following specification: resolution 2973x2685 pixels, ISO – 100, focal distance 18 mm, color depth 24 (sRGB), no flash used;
 ii) Similarly, photographing of the archival sources **i-viii**; their pdf versions (pages that contained primate records) were prepared for publication with the Zenodo digital repository;
 iii) The primates MNKNU collection dataset was prepared according to the Darwin Core terms, following the taxonomy given in MDD 2025, and published by MNKNU as a GBIF publisher, accessible at <https://www.gbif.org/publisher/151e81a8-6be3-478a-bc84-df631b6b8b98>.

Results

The history of the MNKNU's collection of primates dates back to the early XIXth century. There is no reliable information about the exact date when primates first entered the museum; at that time, it was known as the Natural Cabinet (Redikortsev, 1908; Grubant, Rudaeva, 1955). However, in the "Book for recording additions to the Zoological Cabinet. Material Book," initiated by Professor Krynitsky I.A., there were already 15 stuffed animals of 13 monkey species as of 1836. The oldest stuffed animal in the collection is a golden lion tamarin, *Leontopithecus rosalia* (L., 1766), which dates back to 1826 (according to the card index). In both editions of the "Systematic catalogue of objects stored in the Zoological Cabinet of the Imperial Kharkiv University until 1848," Professor Chernay O.V. reported 10 stuffed monkeys across 9 species (Chernay, 1849; Chernay, 1854). The fate of the remaining 5 stuffed primates from 3 species remains unknown.

The subsequent growth of the collection from the mid-XIXth to the early XXth century can be traced indirectly, as no book-like catalogue is known to have been maintained between 1862-1937, and is essentially an information gap. Although, the museum had preserved the cards of a systematic index that were composed and maintained until approximately 1889. According to these cards, the museum had 24 stuffed primates of 21 species, of which only 17 stuffed animals belonging to 14 species can be located in

the collection to date. Most of the arrivals at that time were made through purchases from famous European exotic animal and natural history dealers: Ludwig Parreyss (Vienna), Salmin (Hamburg), and Václav Frič (Prague). Several stuffed monkeys were purchased from the private hands of Kharkiv citizens in the XIXth century, such as i) confectioner Ardußer (worked at the Moskovska street), ii) commissioner Edelberg Aleksandr N. (1823 – 1899, a Swedish immigrant, Kharkivite since 1850, later a merchant of the 2nd guild and the University's supplier, rented university's land and buildings on the corner of the streets Moskovska-Petrivska-Nikolaevska and Slyusarny Lane where he kept a famous mechanical store (Moskovska str. 7) and a workshop; since 1863 – the Optician of the Court of His Imperial Majesty), or iii) a “Vienna store” owner Klein Julius J. (b. 1823, a merchant of the 3rd guild since 1851).

Information, starting from 1937, was obtained from the museum's accounting documents - inventory books (listed above). The second half of the XXth century was marked by considerable extension of the MNKNU's Primates collection, mainly by deposits from i) the Institute of experimental pathology and therapy of the Medical Academy of Sciences of the U.S.S.R. (Sukhumi, Georgia, since 1963), and ii) Kharkiv Zoo. Thus, taxonomic determination of the vouchers that were deposited in the museum by Kharkiv Zoo just followed the records on the original individual biological cards for those animals. However, often the origin of individuals in the Zoo collection was untraceable: in four cases, we were only able to track them down to two Dutch zootraders: i) G. van den Brink (operated until 1996), and ii) Man in 't Veld (1939-present). Both dealt with the Moscow zoological trade company, which further was selling and redistributing animals to the zoos across the Soviet Union. Unfortunately, Man in 't Veld doesn't keep records from 39 years ago, while paper records by G. van den Brink were destroyed after the legal expiration date of 10 years storage (both pers. comm. Aug 2025).

Both the dynamics of the species and the number of the stuffed animals present in the collection by year are shown in Fig. 1. Notably, the numbers decreased in the reports following publication of the Primates catalogue in 2009: this was caused by recognition of the raising of the family of Tupaiidae Gray, 1825 into a separate order Scandentia Wagner, 1855 and subsequent extraction of the 4 stuffed animals belonging to the 4 species from the list of the MNKNU's Primates and their transfer to the funds of the MNKNU's Department of Vertebrates. Although after the 2009 catalogue publication, there were also new arrivals, summing up to 59 species represented by 103 stuffed animals as of Nov 2025.

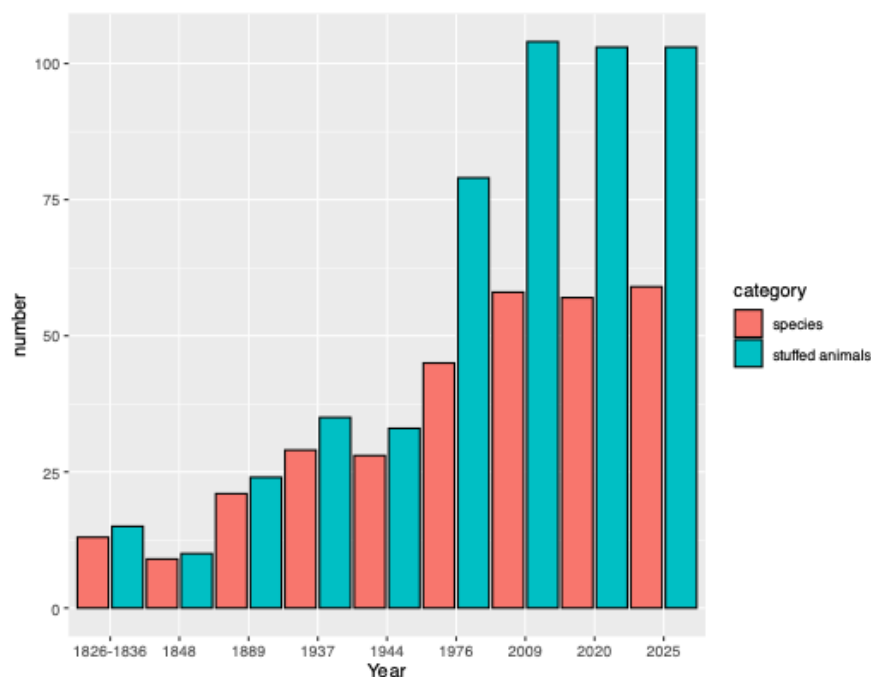


Fig. 1. Dynamics of the MNKNU primates collection composition.

There is an ongoing debate among experts about the total number of primate species. The Catalogue of Life currently lists 528 species (www.catalogueoflife.org). The world primate fauna, according to MDD taxonomy (accessed August 2025), includes 516 species, of which 11% are represented within the MNKNU

collection (Fig. 2). The composition of the primate collection is presented in Tab. 1 in absolute units and in Fig. 3 in relative units.

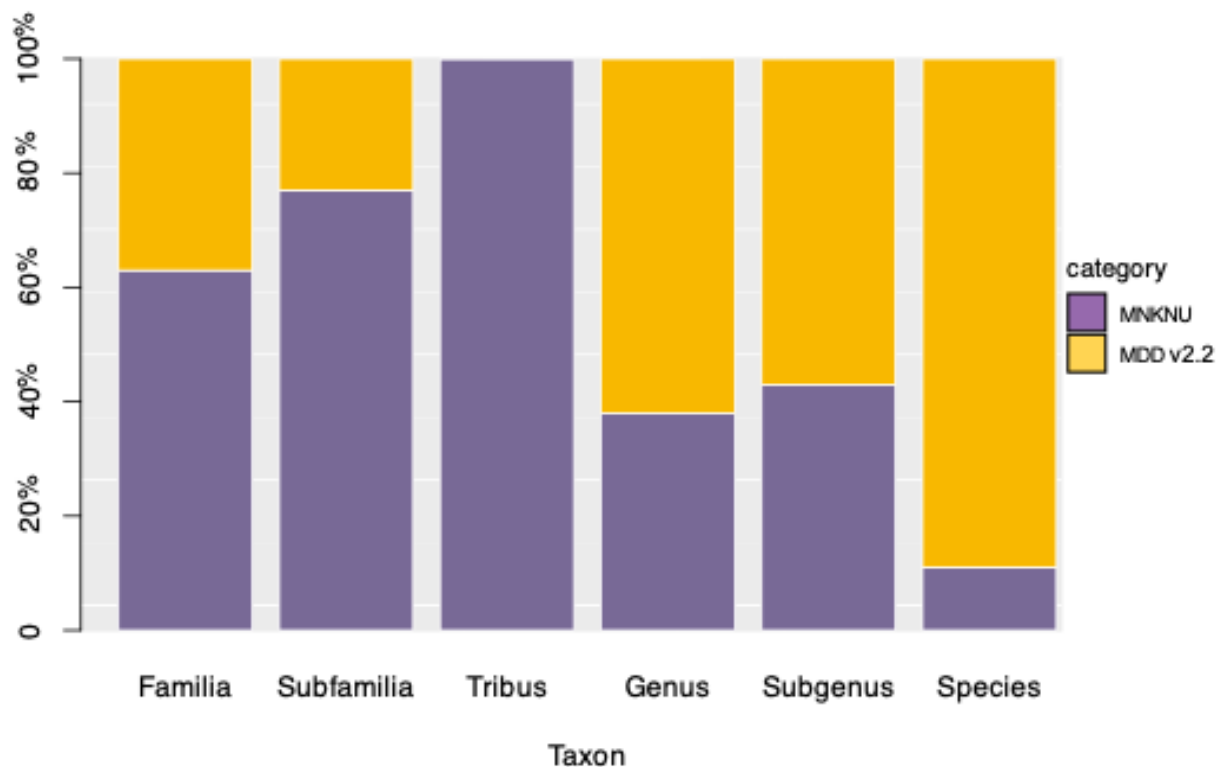


Figure 2. Representation of the main taxonomic groups of primates in the MNKNU collection relative to the taxa recognized by the MDD v2.2.

Table 1. The MNKNU primates collection composition.

No	Taxon	Preparation										N
		Stuffed animal with a skull	Stuffed animal skullless	Dry preparation						Wet preserved		
				skeleton	skull	bones of the postcranial skeleton	skin	preparation in agar (according to Talalayev)	head hair	EtOH	formalin	
	Daubentoniidae											
1	<i>Daubentonia madagascariensis</i>	1										1
	Lemuridae											
2	<i>Lemur catta</i>	1		1								2
3	<i>Lemur sp.</i>				1							1
4	<i>Varecia variegata</i>		1									1
	Galagidae											
5	<i>Galago gallarum</i>		3	1								4
6	<i>Galagoides demidoff</i>		1									1
	Lorisidae											
7	<i>Loris tardigradus</i>		1	1								2
	Tarsiidae											
8	<i>Tarsius tarsier</i>		1									1
	Atelidae											
9	<i>Alouatta seniculus</i>	1			1							2
	Callithrichidae											
10	<i>Callithrix jacchus</i>		3									3

No	Taxon	Preparation									N
		Stuffed animal with a skull	Stuffed animal skullless	Dry preparation					Wet preserved		
				skeleton	skull	bones of the postcranial skeleton	skin	preparation in agar (according to Talalayev)	head hair	EtOH	
11	<i>Callithrix penicillata</i>	2									2
12	<i>Leontopithecus rosalia</i>	1									1
13	<i>Saguinus midas</i>	1									1
14	<i>Saguinus oedipus</i>		1	1							2
	Cebidae										
15	<i>Cebus capucinus</i>	2	2								4
16	<i>Cebus olivaceus</i>	1									1
17	<i>Cebus sp.</i>									1	1
18	<i>Sapajus libidinosus</i>		1								1
19	<i>Sapajus nigritus</i>	1									1
20	<i>Saimiri sciureus</i>		1								1
	Pitheciidae										
21	<i>Chiropotes sagulatus</i>	1		1							2
	Cercopithecidae										
22	<i>Allenopithecus nigroviridis</i>		1		1						2
23	<i>Cercopithecus campbelli</i>		4		2						6
24	<i>Cercopithecus cephus</i>	1									1
25	<i>Cercopithecus diana</i>		2		2						4
26	<i>Cercopithecus mitis</i>		1		1						2
27	<i>Cercopithecus mona</i>				1		1				2
28	<i>Cercopithecus petaurista</i>	1	1		2		1				5
29	<i>Cercopithecus sp.</i>	1								2	3
30	<i>Chlorocebus aethiops</i>	1	3		2		3				9
31	<i>Erythrocebus patas</i>	1	2		4		2				9
32	<i>Cercocebus atys</i>	3	3		1						7
33	<i>Cercocebus galeritus</i>		1								1
34	<i>Macaca arctoides</i>	2									2
35	<i>Macaca fascicularis</i>	2	1		2		2			1	8
36	<i>Macaca fuscata</i>		1		1						2
37	<i>Macaca mulatta</i>	1	6	1	3		2			3	16
38	<i>Macaca nemestrina</i>		3		2		1				6
39	<i>Macaca nigra</i>		2		3		3				8
40	<i>Macaca radiata</i>		1								1
41	<i>Macaca sylvanus</i>	2									2
42	<i>Macaca sp.</i>	2								2	4
43	<i>Mandrillus sphinx</i>		1								1
44	<i>Papio anubis</i>		2								2
45	<i>Papio cynocephalus</i>		2								2
46	<i>Papio hamadryas</i>	1	6		4		3				14
47	<i>Papio papio</i>		1								1
48	<i>Papio ursinus</i>		2								2
49	<i>Papio sp.</i>				1						1
50	<i>Theropithecus gelada</i>	1			1						2
51	<i>Colobus guereza</i>		1								1
52	<i>Nasalis larvatus</i>	1									1

No	Taxon	Preparation										N
		Stuffed animal with a skull	Stuffed animal skullless	Dry preparation						Wet preserved		
				skeleton	skull	bones of the postcranial skeleton	skin	preparation in agar (according to Talalayev)	head hair	EtOH	formalin	
53	<i>Trachypithecus cristatus</i>		3	1								4
54	<i>Trachypithecus pileatus</i>	1										1
	Hominidae											
55	<i>Gorilla gorilla</i>			1		1						2
56	<i>Homo sapiens</i>			1	2	13		5	1	5	9	36
57	<i>Pan troglodytes</i>		3	1	1		1				4	10
58	<i>Pongo pygmaeus</i>		1									1
	Hylobatidae											
59	<i>Hylobates moloch</i>	1										1
	Total	34	69	10	38	14	19	5	1	5	22	217

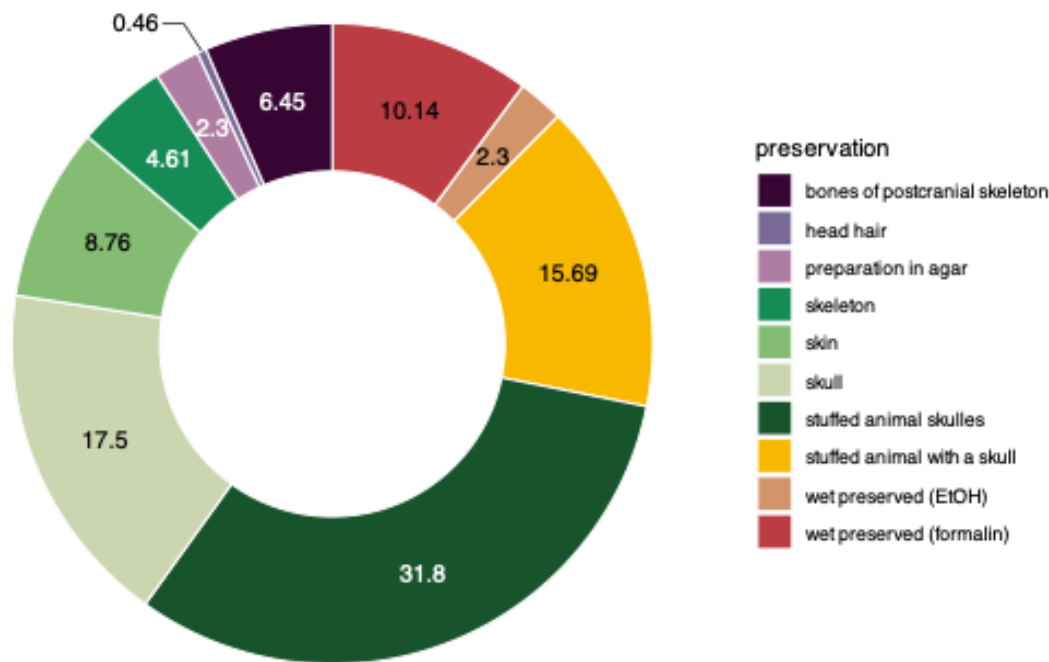


Fig. 3. Proportions (in %) of different storage categories of the vouchers within the MNKNU primate collection.

To summarize, the Primates stored at the MNKNU generally suffer from a lack of information about the collectors, dates, or collection localities (field labels), which in certain cases hardens taxonomical identification.

For all 54 species of the primate collection, which are assigned to the species, we have affiliated their protected status according to the IUCN lists in different categories: CR – 6 species, EN – 12 species, VU – 8 species, NT – 7 species, LC – 20 species, NE – 1 species (www.iucn.org) and are distributed in four of the eight biogeographic kingdoms according to the World Wide Fund for Nature (WWF) system (www.worldwildlife.org).

The primate collection of the MNKNU is used as a teaching material for the general zoology classes, mammalian taxonomy, or zoogeography, and is placed in the scientific and exhibition complex "Origin of

Man". In 2018, the exhibition was completely dismantled for renovation. Before the outbreak of the large-scale Russian military aggression in February 2022, repairs were carried out, and in 2023, new exhibition showcases were installed. Work has begun on introducing the primate collection into the exhibition.

Digitized MNKNU primate catalogue metadata is accompanied by the photos (n=176) of stuffed animals (n=103) can be found on the GBIF platform (https://ukraine.ipt.gbif.no/manage/resource?r=mnknu_catalogue_of_primates). We also digitized the archival sources i-viii (see Material and Methods), in particular the relevant pages with records on primates (n=73), are uploaded into Zenodo repository (see References for DOI).

Discussion

Digitization of the primate collection is the first experience of such work at the Museum of Nature of the V.N. Karazin KNU. The need to create digital copies of museum collections is especially acute during wartime. The risks of loss or damage due to hostilities of exhibits, collections, and historical sources of information are just increasing. The result of creating a digital version is preserved information that allows to continue working with the collection, promotes scientific research, and can serve as visual material for online educational purposes without physically moving and using the vouchers.

As a result of the work that has been launched, not only photographs and information about the exhibits of the collection are freely available (see GBIF), but also the museum's historical sources as the systematic index cards, pages of inventory books, and printed catalogs are now publicly available via the data repository Zenodo (see References).

Data on the species composition and number of the primate vouchers hosted within the natural history collections in Ukraine, obtained from both open sources and via personal communications, are given in Tab. 2 and Fig. 4. Unfortunately, it is impossible to conduct a full screening due to martial law in the country (not all collections are eager to provide data). However, data analysis indicates that the primate collection of the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University is currently the largest in Ukraine.

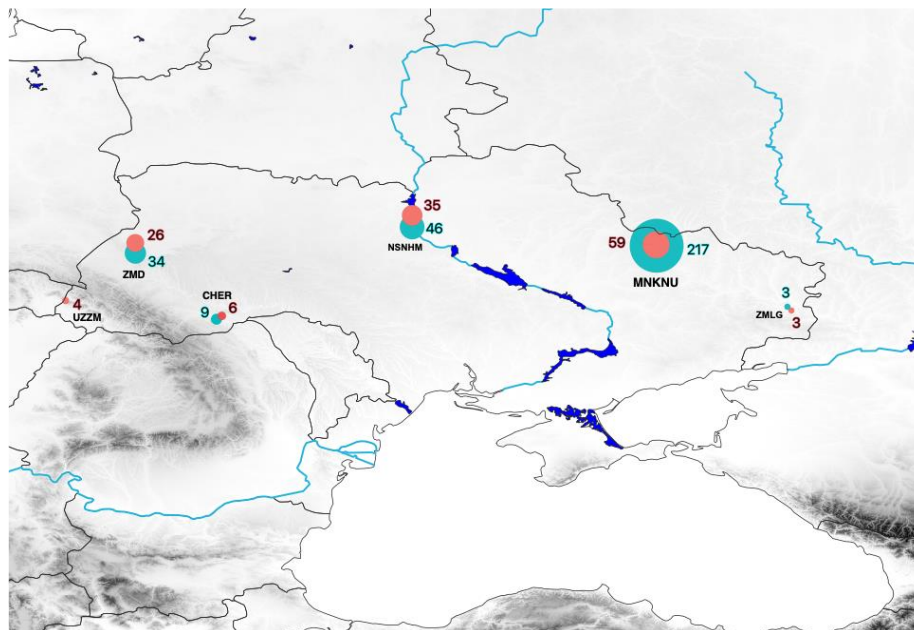


Fig. 4. Available data on the primates stored across Natural history collections of Ukraine: blue – number of vouchers, salmon – number of species, acronyms indicate the respective collections (see Tab. 2)

Table 2. Number of species and vouchers stored within primates collections across Ukrainian Natural history collections

№	Natural history collection	No of species	No of vouchers	Source
1.	Natural Museum of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (CHER)	6	9	Andryshchenko et al. (2002).
2.	Zoological Museum of the Uzhhorod National University (UZZM)	4	NA	Kron A. et al. (2019). Kron A., pers. comm. (2025)

№	Natural history collection	No of species	No of vouchers	Source
3.	Zoological Museum of Ivan Franko National University of Lviv (ZMD)	26	34	Zatushevskiy A.T., et al. (2010).
4.	National Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine (NSNHM)	35	46	Ulyura E., pers. comm.
5.	Zoological Museum of the Luhansk Taras Shevchenko National University (ZMLG)	3	3	Litvinenko S., pers. comm.
6.	Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University (MNKNU)	59	217	present work

Acknowledgements

Authors express their gratitude to Glib Mazepa, Hector E. Ramirez-Chaves, and Oleksandr Zinenko for their essential help during the preparation of the present work. Special thanks to Andriy Paramonov for his assistance with the identification of the XIXth century Kharkivites, who supplied the collection with several stuffed animals.

We are utterly thankful to the colleagues who shared data in the primates collections hosted by other Ukrainian museums – Kron A., Litvinenko S., Skilskyi I., Tkebuchava I., Ulyura E., and Zagorodnuk I.

This work would not be possible without defense by the Armed Forces of Ukraine during the ongoing Russian war of aggression.

References

- Andryshchenko T.G., Ilika R.V., Khlus L.M. (2002). Catalogue of the theriological collections of the Natural Museum of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Chernivtsi, Ruta: 52 pp.
- Anonym (1826-1862). Book for recording additions to the Zoological Cabinet. Material Book [handwritten]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17542249>
- Anonym (1826-1875). Cards of the systematic index stored at the MNKNU (XIXth century: 1826 - approx. 1889) [handwritten]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17522971>
- Anonym (1937-1941). Inventory book of the Zoological Museum of the Biological Faculty of the A.M. Gorkyi Kharkiv State University: 69 pp. [handwritten] <https://doi.org/10.5281/zenodo.17542876>
- Bezerra A.M.R., Di Russo E., Castiglia R. (2024). Disseminating “hidden” scientific collections: the medium and large-sized terrestrial mammals at the Museo di Anatomia Comparata “Giovanni Battista Grassi”, Roma, Italy. *Biodiversity Data Journal* 12: e124810. <https://doi.org/10.3897/BDJ.12.e124810>
- Burgin C.J., Wilson D.E., Mittermeier R.A., Rylands A.B., Lacher T.E., Sechrest W., eds.. (2020). Illustrated Checklist of the Mammals of the World. Lynx Editions, Barcelona, Spain (2-Volume Set; hardcover): 1166 pp.
- Chernay A.V., comp. (1849). Systematic catalogue of items stored in the zoological cabinet of the Imperial Kharkiv University, up to 1848. Kharkiv Univ. press: 103 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17542477>
- Chernay A.V., comp. (1854). Systematic catalogue of items stored in the zoological cabinet of the Imperial Kharkiv University, up to 1848. Weber, Kharkiv Univ. press: 286 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17542678>
- Grubant V.N., Rudaeva A.V. (1955). To the history of the Darwinism Museum of the Kharkiv State University. *Proceedings of the scientific research Institute of biology and the Biological faculty of the Kharkiv State University of A.M. Gorky*, T. 22: 247-252 p.
- Kron A., Lugovoy O., Roshko V. (2019). The mammal collection (Mammalia) of the Zoological Museum of Uzhhorod National University. *Theriologia Ukrainica*, 18: 57–64.
- Ladygina N.M., Basina, comp. (1944). Inventory book № 2 of the Museum of Darwinism of the Biological Faculty of the A.M. Gorkyi Kharkiv State University [handwritten] <https://doi.org/10.5281/zenodo.17549278>
- Levchenko D.R., Perevozchikova N.M. (2009). Catalogue of collections of the Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University. Primates (Mammalia: Primates). Kharkiv University press: 24 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17542142>
- Levchenko D.R., Kovalevskaya Y.P., comp. (1976). Main inventory book of the Museum of Nature of the A. M. Gorky Kharkiv State University – currently in use and renamed into “Inventory book № 1 of the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University, started Jan. 1976 - ended 1976, from #1 until #1403” [handwritten]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17549344>
- Mammal Diversity Database. (2025). Mammal Diversity Database (Version 2.2) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15007505>
- Novikov A., Nachychko V. (2025). The digitisation workflow of the herbarium of the State Museum of Natural History of the NAS of Ukraine (LWS). *Biodivers Data J.* 28;13:e148861. <https://doi.org/10.3897/BDJ.13.e148861>

Novikov A., Rizun V., Susulovsky A., Hushtan H., Hushtan K., Kuzyarin O., Savytska A., Nachychko V., Susulovska S., Leleka D. (2024). Data mobilisation at the Fund of Invertebrates of the State Museum of Natural History of the NAS of Ukraine. *Biodivers Data J.* 20;12:e131188. <https://doi.org/10.3897/BDJ.12.e131188>

Perevozchikova N., Yeremenko S., Yatsenko Y., Mazepa G. (2025). Digitization of the primate collection of the Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University. Museum of Nature of the V.N. Karazin Kharkiv National University. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/6hk6za> accessed via GBIF.org on 2025-11-24.

Redikortsev V. (1908). Zoological cabinet and the museum: 329-332 p. in *Faculty of Physics and Mathematics of Kharkiv University for the first 100 years of its existence (1805-1905)*. Osipov I.P., Bagaley D.I., eds.: 357 pp. Reprint (2008).

Rudaeva A.V., Levchenko D.R., comp. (1948-1995). Inventory book of the Department of the Origin of Human [handwritten]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17551146>

Vasyliuk O., Prylutskyi O., Marushchak O., Kuzemko A., Kutsokon I., Nekrasova O., Raes N., Rusin M. (2022). An Extended dataset of occurrences of species listed in Resolution 6 of the Bern Convention from Ukraine. *Biodivers Data J.* 2022 Jun 8;10:e84002. <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e84002>

Wilson D.E., Reeder D.M., eds. (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed.), Johns Hopkins University Press, 2: 142 pp. (accessed via <https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/>).

Zatushevskiy A.T., Shydlovskiy I.V., Zakala O.S., et al. (2010). Catalogue of the mammal collection of the Zoological Museum of Ivan Franko National University of Lviv. Ivan Franko LNU, University press: 442 pp.

Оцифрування колекції приматів у Музеї природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна Н. Перевозчикова, С. Єременко, Ю. Яценко

Музей природи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна володіє найбільшою в Україні колекцією приматів, що налічує 217 екземплярів 59 видів, враховуючи *Homo sapiens*. Види, що представлені у музеї, становлять 11% від загальної кількості приматів за даними MDD і розповсюджені у чотирьох з восьми біогеографічних царств за системою Всесвітнього фонду природи. Історія формування колекції приматів починається на початку XIX сторіччя, найстаріше опудало колекції – лєвова ігрунка (*Leontopithecus rosalia* (L., 1766)) – датоване 1826 роком. Колекція представлена всіма групами збереження, до її складу входять 103 опудала 54 видів мавп, визначених до виду, сухі та вологі препарати – 87 та 27 одиниць відповідно. У цій статті наведені результати ревізії колекції приматів з перевизначенням видів, а також проведена цифровізація частини колекції (одиниці збереження, що представлені опудалами) та історичних джерел обліку музею (картки систематичної картотеки, сторінки інвентарних книг, друкованих каталогів). Подібні результати з цифровізації музейних колекцій в умовах війни є нагальною необхідністю для збереження та відкритості інформації.

Ключові слова: оцифрування, примати, колекції

Цитування: Perevozchikova N., Yeremenko S., Yatsenko Y. Digitization of the primate collection at the Museum of Nature of the V. N. Karazin Kharkiv National University. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 2025, 45, с. 43-51. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-4>

Про авторів:

Перевозчикова Н. – Музей природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, вул. Трінклера, 8, Харків, Україна, 61022, 62chelpan@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-8698-5160>
Єременко С. – Музей природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, вул. Трінклера, 8, Харків, Україна, 61022, eremenko2705@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-0752-9356>
Яценко Ю. – Музей природи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, вул. Трінклера, 8, Харків, Україна, 61022, vikjur73@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5995-1111>

Authors contribution: All authors have contributed equally to this work. / **Внесок авторів:** Усі автори зробили рівнозначний внесок у підготовку цієї роботи.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Подано до редакції: 28.08.2025 / **Прорецензовано:** 12.11.2025 / **Прийнято до друку:** 16.12.2025 / **Оприлюднено:** 31.12.2025

*** МІКРОБІОЛОГІЯ *** MICROBIOLOGY ***

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-5>
UDC: 577.175:678.7:615.9

Bioengineering of probiotic-loaded hydrogel films with high antimicrobial activity

O.V. Trufanov, H.E. Ananina, N.A. Trufanova, V.P. Martsenyuk, A.S. Schogolev

The rise of antimicrobial resistance complicates the management of infected wounds, necessitating novel therapeutic strategies. Probiotic-based therapies offer a promising alternative, but their efficacy depends on delivering a high concentration of viable, active microorganisms to the wound site. Alginate hydrogels are excellent carriers, but freshly prepared probiotic-loaded films often lack immediate therapeutic activity. This study aimed to investigate the effect of a post-immobilization cultivation period on the viability and antagonistic activity of *Bifidobacterium bifidum* LVA-3 and *Lactobacillus bulgaricus* 1Z 03501 immobilized in calcium alginate films. The central hypothesis was that this cultivation step would function as an in-situ bio-activation process, enhancing the films' therapeutic potential.

Methods. *B. bifidum* LVA-3 and *L. bulgaricus* 1Z 03501 were immobilized in calcium alginate films. The films were then cultivated in a nutrient medium for 2, 4, or 6 days at 37 °C. Viable cell counts were determined by plate counting after film dissolution. Antagonistic activity was assessed using an agar overlay diffusion method against pathogenic test strains (*Staphylococcus aureus* 209, *Pseudomonas aeruginosa* 9027, and *Escherichia coli* B), measuring the diameter of inhibition zones. The experimental data revealed that uncultivated films (Day 0) showed no antagonistic activity. Post-immobilization cultivation led to a significant increase in viable cell counts for both strains, with populations rising by over 100- to 500-fold within 2 days to therapeutically relevant levels ($>10^{10}$ CFU/mL). *B. bifidum* LVA-3 showed rapid growth peaking at day 2, while *L. bulgaricus* 1Z 03501 maintained a high, stable population through day 6. This increased cell density directly correlated with the emergence of potent antagonistic activity against all three pathogenic strains. In summary, it can be concluded that a post-immobilization cultivation step is a critical bio-activation process that transforms probiotic-loaded alginate films from passive carriers into functionally potent biomaterials. This strategy effectively increases probiotic viability to therapeutic concentrations and enables the *in-situ* production of antimicrobial compounds. This two-step approach of immobilization followed by cultivation presents a novel method for developing high-efficacy probiotic formulations for applications such as bioactive wound dressings.

Key words: probiotic; alginate hydrogel; immobilization; in-situ cultivation; antagonistic activity

Cite this article: Trufanov O.V., Ananina H.E., Trufanova N.A., Martsenyuk V.P., Schogolev A.S. (2025). Bioengineering of probiotic-loaded hydrogel films with high antimicrobial activity. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 45, p. 52-62. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-5>

About the authors:

Trufanov O. V. – Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, 23, Pereyaslavskaya st, Kharkiv, Ukraine, 61016, olegtrufanov2015@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3978-3335>
Ananina H. E. – Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, 23, Pereyaslavskaya st, Kharkiv, Ukraine, 61016, anelana51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2065-3159>
Trufanova N. A. – Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, 23, Pereyaslavskaya st, Kharkiv, Ukraine, 61016, natalia_trufanova@cryonas.org.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8718-7490>
Martsenyuk V. P. – Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, 23, Pereyaslavskaya st, Kharkiv, Ukraine, 61016, martsenyuk@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0009-9420-0487>
Schogolev A. S. – Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, 23, Pereyaslavskaya st, Kharkiv, Ukraine, 61016; V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, 4, Svobody Maidan, Kharkiv, Ukraine 61022, a.s.schogolev@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-6563-1415>

Received: 20.10.2025 / Revised: 28.11.2025 / Accepted: 17.12.2025 / Published: 31.12.2025

Introduction

The management of infected wounds is a significant clinical challenge, further complicated by the global rise of antimicrobial resistance (AMR) (Aslam et al., 2018). Chronic wounds are frequently colonized by pathogens such as *Staphylococcus aureus* (Almuhayawi et al., 2023), *Pseudomonas aeruginosa* (Phan et al., 2023), and *Escherichia coli* (Wang et al., 2025), which form resilient biofilms, which are highly resistant to both the host immune response and conventional antibiotic therapies (Landa et al., 2024; Vestweber et al., 2024). These bacterial species are widely used as test microorganisms in the development and evaluation of innovative antibacterial wound dressings (Alberts et al., 2025; Karachevtsev et al., 2025).

The diminishing efficacy of existing antibiotics against multidrug-resistant strains necessitates a shift towards innovative, non-antibiotic alternatives (Ilyas et al., 2024; Byk et al., 2024; Singh et al., 2024). An ideal wound therapy should not only exert antimicrobial activity but also modulate the chronic inflammatory response to promote the physiological healing process (Jafari et al., 2024; Zhang et al., 2025; Kong et al., 2022).

In this context, probiotic-based interventions have emerged as a promising strategy (Bădăluță et al., 2024; Gul et al., 2024). Probiotics, defined as live microorganisms that confer a health benefit when administered in adequate amounts, can inhibit wound pathogens via several mechanisms (Abdul et al., 2025; Safronova et al., 2024). These include competition for nutrients and adhesion sites, disruption of pathogen communication systems, and the production of antimicrobial substances like organic acids and bacteriocins (Babenko et al., 2022). Furthermore, probiotics possess immunomodulatory properties capable of resolving the persistent inflammation that stalls healing (Mazziotta et al., 2023). Among the most studied genera for these applications are *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* (Picó-Monllor et al., 2023; Xiao et al., 2021; Dueñas et al., 2022).

Successful topical delivery of these biotherapeutics relies on an effective carrier system, with alginate hydrogels being a leading choice (Diep et al., 2024; Sun et al., 2023; Trufanov et al., 2025). Alginate hydrogels are biocompatible, maintain a moist healing environment by absorbing wound exudate, and facilitate the sustained release of therapeutic agents (Lou et al., 2025; Abourehab et al., 2022). However, a key limitation is that freshly prepared films with immobilized probiotics often exhibit insufficient antagonistic activity for a therapeutic effect. This has led to the development of a novel strategy: utilizing the probiotic-loaded hydrogel as an in-situ bioreactor (Huang et al., 2023).

Our central hypothesis is that a post-immobilization cultivation step can function as a bio-activation process. During this incubation, immobilized probiotics can proliferate to a therapeutically relevant density and secrete a concentrated mixture of antimicrobial postbiotics within the alginate matrix. This approach aims to transform the hydrogel from a passive carrier into a functionally potent biomaterial. Therefore, the present study was designed to investigate the effect of a post-immobilization cultivation period on the viability and antagonistic activity of *Bifidobacterium bifidum* LVA-3 and *Lactobacillus bulgaricus* 1Z 03501 immobilized in calcium alginate films.

Materials and Methods

Reagents and Culture Media. Nutrient agar (Farmaktiv, Ukraine), nutrient broth (Conda, Spain), and semi-solid Blaurock medium were used for microbial cultivation. Key reagents included lactose, peptone, and calcium chloride (Khimlaborreaktiv, Ukraine); NaCl; cysteine; dry agar-agar (Conda, Spain); sodium alginate (Farma Sino, China); and trisodium citrate (Khimlaborreaktiv, Ukraine).

Blaurock medium was prepared from fresh beef liver (1 kg), which was cut into 1.5–2 cm pieces, soaked in distilled water, and kept at 4 °C for 10–12 hours. The liver was then boiled for 1 hour, and the resulting broth was filtered through gauze to a final volume of 1.0 L. To this broth, lactose (10 g), peptone (10 g), and NaCl (5 g) were added. The mixture was boiled for an additional 15 minutes, supplemented with cysteine (0.1 g), cooled to 25 °C, and adjusted to pH 7.2. The solution was filtered through filter paper, mixed with dry agar-agar (0.75 g), and sterilized in a steam autoclave (VK-75, Ukraine) at 0.8 atm for 40 minutes.

Microbial Strains and Culture Conditions. All microbial strains were obtained from the collection of the Cryomicrobiology Department at the Low Temperature Bank of Biological Objects, Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine, NAS of Ukraine. Stock cultures were stored in NUNC cryovials (Thermo Fisher Scientific, USA) in appropriate cryoprotective media at –196 °C in liquid nitrogen.

The probiotic strains *Bifidobacterium bifidum* LVA-3 and *Lactobacillus bulgaricus* 1Z 03501 were stored frozen in Blaurock medium. For activation, cryovials were thawed in a 40 °C water bath, and the contents were transferred into semi-solid Blaurock medium and incubated at 37 °C for 48 hours to obtain starter cultures.

The conditionally pathogenic test strains *Escherichia coli* B, *Staphylococcus aureus* 209, and *Pseudomonas aeruginosa* 9027 were used to evaluate antagonistic activity. These strains were stored frozen in nutrient broth. For use, they were thawed in a 40 °C water bath, inoculated onto slanted nutrient agar, and subcultured weekly.

Preparation of Probiotic-Loaded Hydrogel Films. A 0.4 mol/L aqueous solution of anhydrous calcium chloride was used as the crosslinking agent. A 40 g/L solution of trisodium citrate was prepared in distilled water with mechanical stirring to be used for dissolving the hydrogel films. A 30 g/L solution of sodium alginate was prepared by mixing the powder with distilled water and incubating at 37 °C for 18–20 hours under mechanical stirring. The CaCl₂ and trisodium citrate solutions were sterilized by autoclaving (0.8 atm, 40 min), while the sodium alginate solution was sterilized by tyndallization (100 °C for 1 hour on three consecutive days).

Starter cultures of *B. bifidum* LVA-3 and *L. bulgaricus* 1Z 03501 were diluted 100-fold in sterile distilled water. The diluted suspensions were then mixed with the sterile 30 g/L sodium alginate solution in a 1:2 volume ratio (10 mL culture to 5 mL alginate solution). Aliquots (0.4 mL) of this mixture were dispensed into the wells of a 24-well plate and crosslinked by treating with an aerosol of 0.4 mol/L calcium chloride solution for 15 minutes at room temperature. To remove unreacted calcium ions, the resulting films were washed three times by immersion in a tenfold volume of sterile distilled water at 25 °C for 20 minutes per wash.

Experimental Design. Following immobilization and washing, three films were placed into penicillin vials containing 10 mL of sterile Blaurock medium. For each probiotic strain, four experimental groups were established (n=10 vials per group).

Group 1. Stored for 6 days at -24 °C (control).

Group 2. Incubated at 37 °C for 2 days, then stored at -24 °C for 4 days.

Group 3. Incubated at 37 °C for 4 days, then stored at -24 °C for 2 days.

Group 4. Incubated at 37 °C for 6 days.

Evaluation of Viability and Antagonistic Activity. All analyses were performed on day 6 of the experiment. Antagonistic activity was assessed using an agar overlay diffusion method. Molten nutrient agar was poured into Petri dishes and inoculated with a suspension of a test strain (*E. coli* B, *S. aureus* 209, or *P. aeruginosa* 9027). After surface drying for 30 minutes, four alginate films from a given experimental group were placed on the agar surface. The plates were incubated at 37 °C for 12 hours under aerobic conditions. Antagonistic activity was quantified by measuring the diameter of the inhibition zones around the films after 6 and 12 hours of incubation.

To determine viable cell concentration, one film was immersed in 20 mL of sterile 40 g/L trisodium citrate solution and incubated at 25 °C for 60 minutes with periodic shaking until complete dissolution. The resulting suspension was serially diluted, plated in Blaurock medium, and incubated at 37 °C for 48 hours. Viable cells were quantified by counting the resulting macrocolonies.

Statistical Analysis. All experiments were performed in triplicate unless otherwise specified. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD). Statistical analysis was conducted using Microsoft Excel and GraphPad Prism software. One-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test was used to assess differences between groups. A p-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

Growth and Viability of Immobilized Probiotics During In-Situ Cultivation. The cultivation of probiotic cultures within the calcium alginate films demonstrated that the hydrogel matrix provides a suitable environment for bacterial proliferation. In the semi-solid Blaurock medium, macrocolonies of *B. bifidum* LVA-3 and *L. bulgaricus* 1Z 03501 exhibited their characteristic morphologies, appearing as "comet-like" and "ball-like" structures, respectively.

Quantitative analysis revealed a dramatic increase in the viable cell counts for both strains following cultivation (Figure 1). The initial cell density in the films immediately after immobilization (Day 0) was approximately 8.3 ± 0.4 log CFU/mL for *B. bifidum* LVA-3 and 9.6 ± 0.5 log CFU/mL for *L. bulgaricus* 1Z 03501. These results underscore that the immobilization process, which included a 100-fold dilution, results in a relatively low starting probiotic load.

The two strains exhibited distinct growth kinetics within the films.

B. bifidum LVA-3 demonstrated rapid, exponential growth, with its viable cell count increasing by approximately 2.7 log units (a ~500-fold increase) to a peak of 11.0 ± 0.6 log CFU/mL by day 2. After this peak, the population entered a decline phase, decreasing to 9.9 ± 0.5 log CFU/mL by day 6. This pattern is characteristic of a classic batch culture growth curve. In contrast, *L. bulgaricus* 1Z 03501 showed a more sustained growth pattern. Its population increased by over 2.0 log units (a >100-fold increase) by day 2, reaching 11.6 ± 0.3 log CFU/mL, and this high cell density was maintained in a stable stationary phase through day 6. For both strains, all values for days 2, 4, and 6 were significantly different ($p < 0.05$) from the day 0 control.

Emergence and Characterization of Antagonistic Activity Post-Cultivation. A central finding of this study is that the control films (0 days of cultivation) did not produce any detectable inhibition zones (0 mm) against the three pathogenic test strains (Figures 2-4). This initial lack of functional activity suggests that the cell concentration in the uncultivated films was below the critical threshold necessary to produce sufficient quantities of antimicrobial substances. Furthermore, it is likely that any previously synthesized antagonistic compounds were lost via diffusion during the ionotropic gelation process.

Antagonistic activity emerged and was enhanced in direct correlation with cultivation time and the corresponding increase in cell population (Figure 2, 3, 4). Comparing the two probiotic strains,

B. bifidum LVA-3 generally exhibited stronger antagonistic activity than *L. bulgaricus* 1Z 03501. The inhibition zones produced by *B. bifidum* LVA-3 against *S. aureus* 209 and *P. aeruginosa* 9027 were consistently larger (by 15-50%). For instance, after 6 days of cultivation, *B. bifidum* LVA-3 produced a 15 mm zone against *S. aureus* 209, while *L. bulgaricus* 1Z 03501 produced only a 10 mm zone (Figure 5, 6). Both strains showed comparable, though more modest, activity against *E. coli* B.

When comparing pathogen sensitivity, *P. aeruginosa* 9027 appeared to be the most susceptible to the probiotics, followed by *S. aureus* 209 and then *E. coli* B. A further observation was that inhibition zones decreased in size as the assay incubation period was extended from 6 to 12 hours (Figure 2).

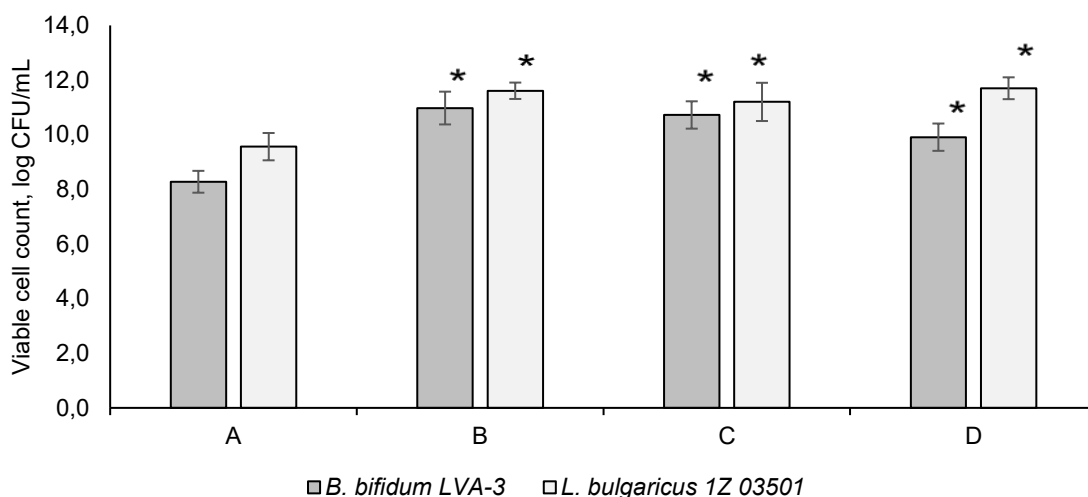


Fig. 1. Viable cell counts of *B. bifidum* LVA-3 and *L. bulgaricus* 1Z 03501 (log CFU/mL) in alginate films: A – control (without cultivation), B – after cultivation for 2 days, C – after cultivation for 4 days, D – after cultivation for 6 days. Data are presented as mean $\pm$ SD from triplicate experiments. All values for days 2, 4, and 6 are significantly different ($p < 0.05$) from the day 0 control for each respective strain.

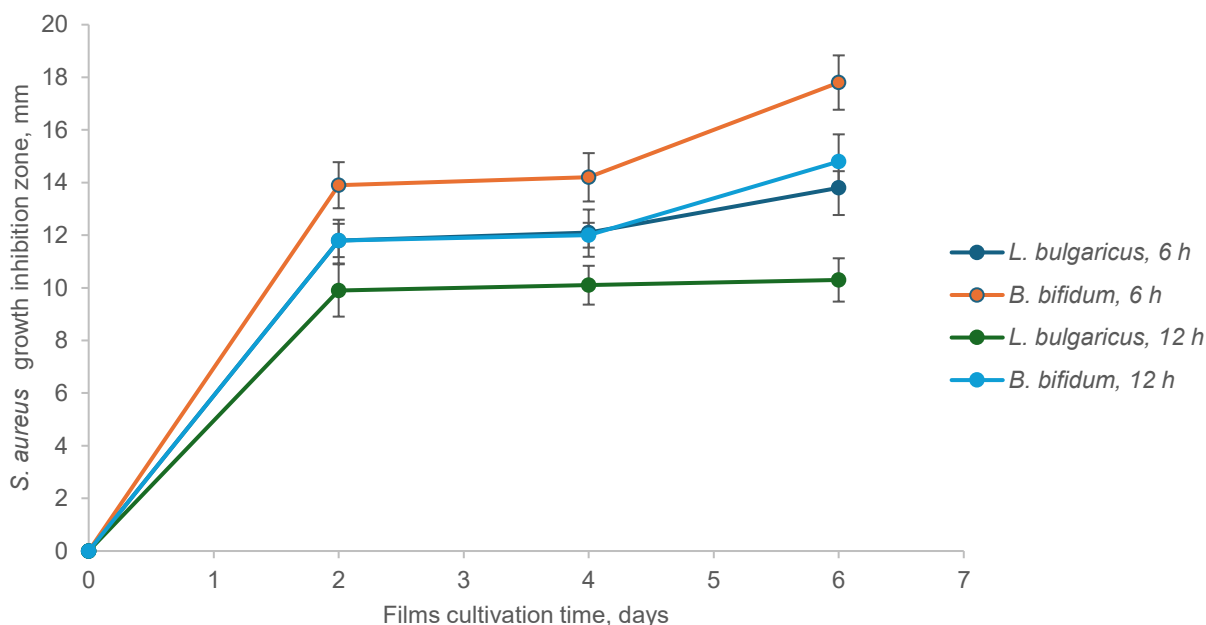


Fig. 2. Antagonistic activity (inhibition zone diameter, mm) of cultivated probiotic films against *S. aureus* 209 after 2-6 days of incubation.

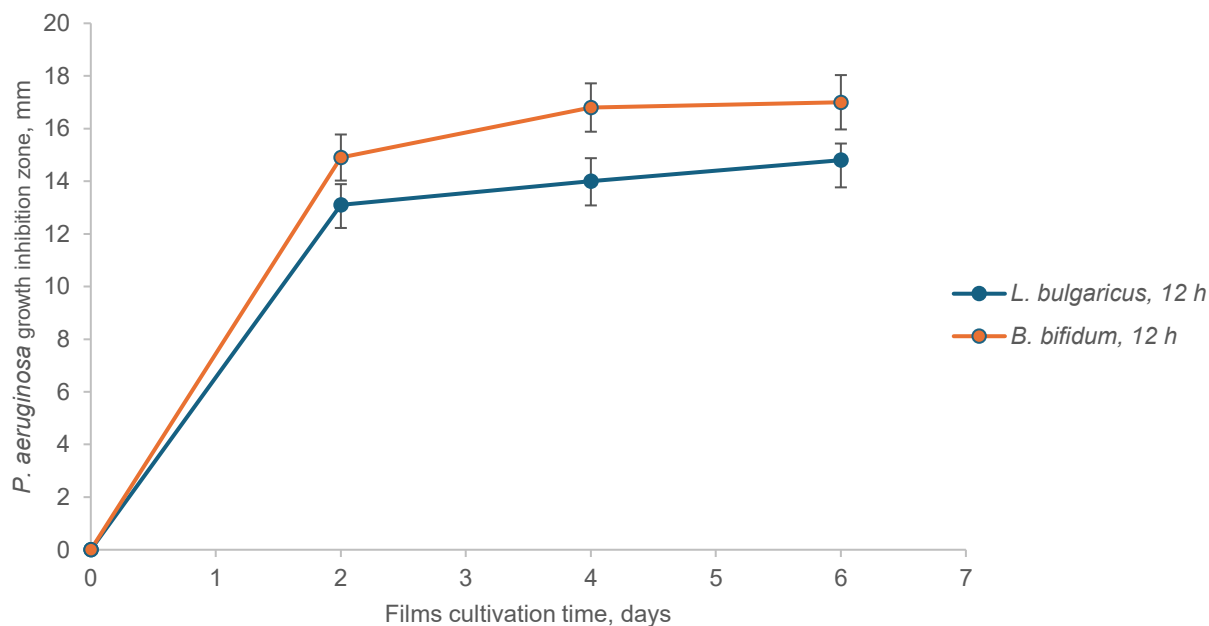


Fig. 3. Antagonistic activity (inhibition zone diameter, mm) of cultivated probiotic films against *P. aeruginosa* 9027 after 2-6 days of incubation.

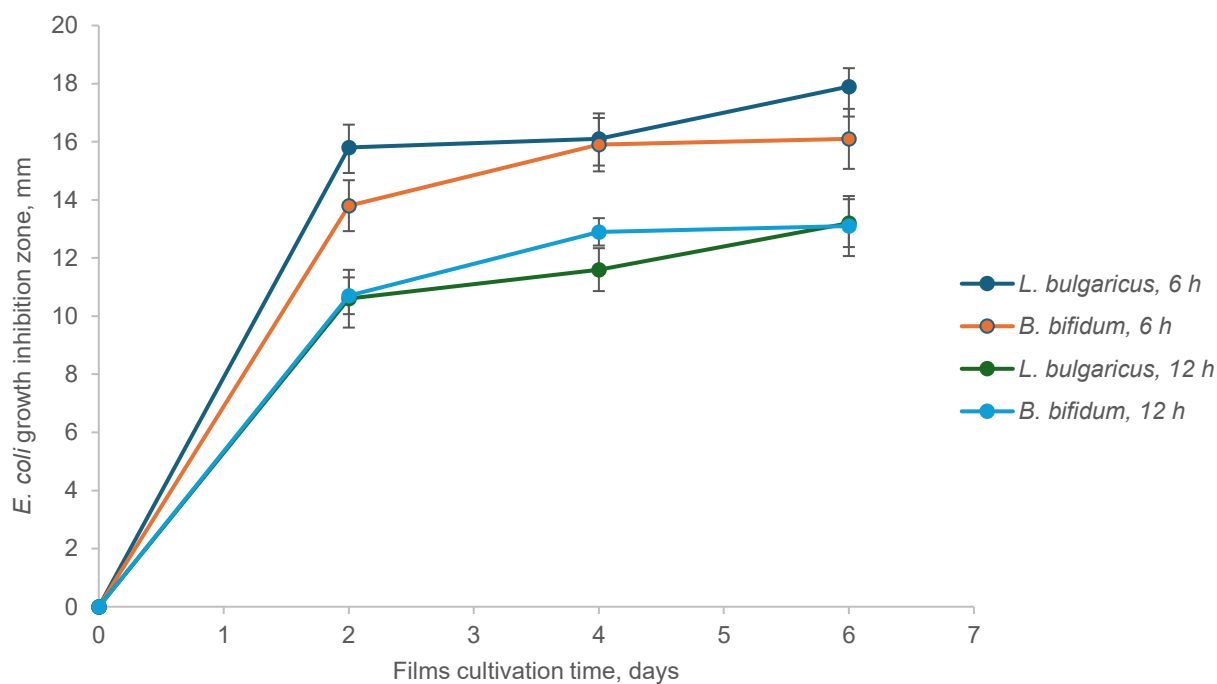


Fig. 4. Antagonistic activity (inhibition zone diameter, mm) of cultivated probiotic films against *E. coli* B after 2-6 days of incubation.

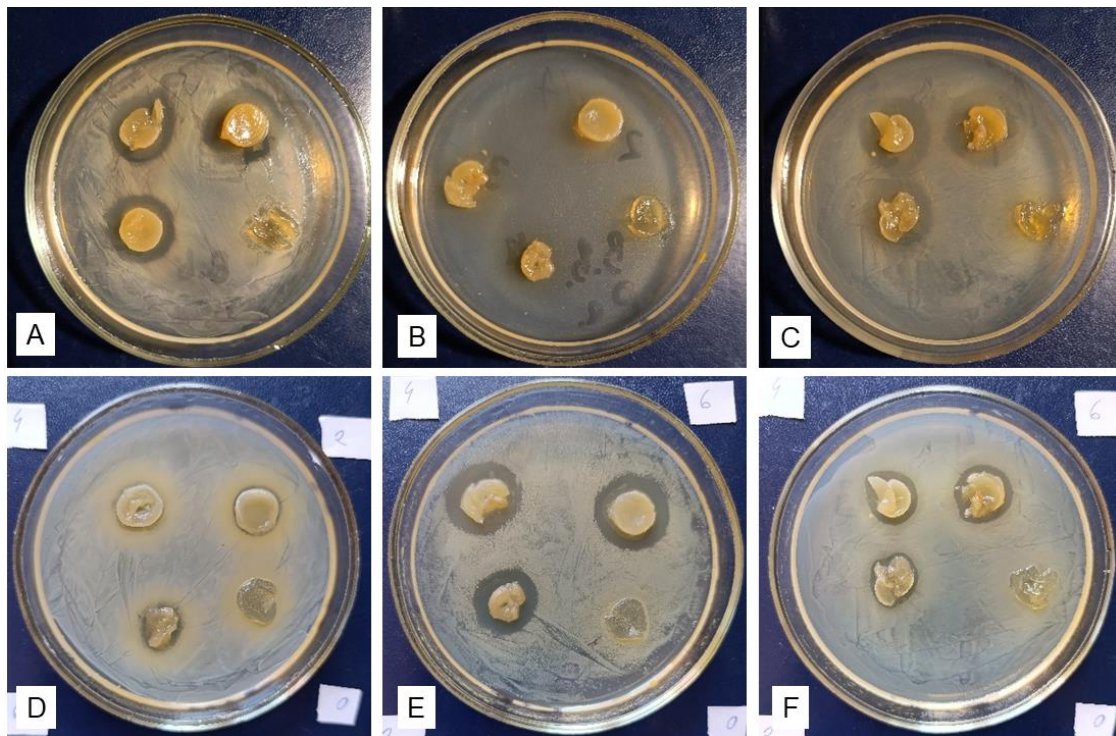


Fig. 5. Effect of cultivation time on the growth of test microorganisms and the antagonistic activity of *B. bifidum* LVA-3 immobilized in alginate films. A — *S. aureus* 209, 6 h; B — *P. aeruginosa* 9027, 6 h; C — *E. coli* B, 6 h; D — *S. aureus* 209, 12 h; E — *P. aeruginosa* 9027, 12 h; F — *E. coli* B, 12 h.

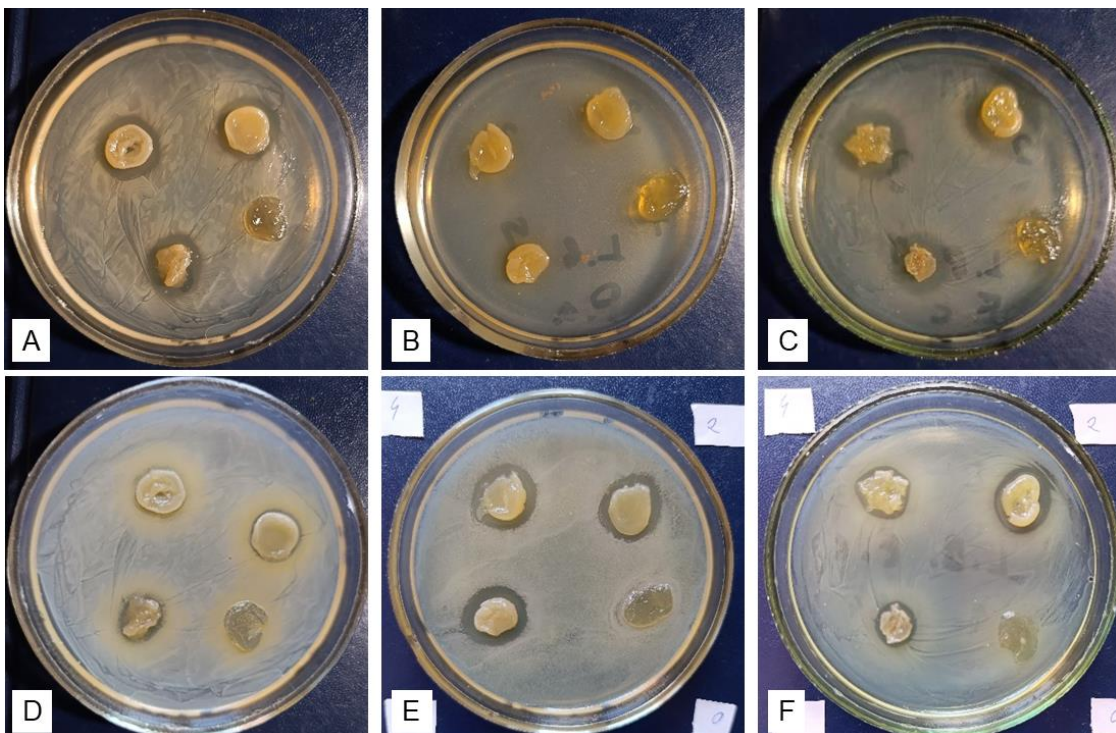


Fig. 6. Effect of cultivation time on the growth of test microorganisms and the antagonistic activity of *L. bulgaricus* 1Z 03501 immobilized in alginate films. A — *S. aureus* 209, 6 h; B — *P. aeruginosa* 9027, 6 h; C — *E. coli* B, 6 h; D — *S. aureus* 209, 12 h; E — *P. aeruginosa* 9027, 12 h; F — *E. coli* B, 12 h.

Discussion

The experimental design was centered on the central idea of in-situ bio-activation, in which the probiotic-loaded hydrogel serves as a small-scale bioreactor capable of producing both a therapeutically relevant cell density and an effective level of antibacterial metabolites. The choice of probiotic genera, *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*, was based on their established roles in pathogen inhibition and immunomodulation, which are critical for resolving the persistent inflammation characteristic of chronic wounds (Picó-Monllor et al., 2023; Xiao et al., 2021; Dueñas et al., 2022). The use of specific, cryopreserved strains from the institutional collection (*Bifidobacterium bifidum* LVA-3 and *Lactobacillus bulgaricus* 1Z 03501) ensures the reproducibility of the experiments. Similarly, the selection of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Escherichia coli* as test pathogens ensures high clinical relevance, as they are the predominant isolates in infected wounds (Diep et al., 2024; Sun et al., 2023; Trufanov et al., 2025). The differential susceptibility observed, with *P. aeruginosa* being the most sensitive, provides valuable insight into the potential spectrum of activity of the developed biomaterials.

Methodologically, the choice of a calcium alginate hydrogel is justified by its excellent biocompatibility, biodegradability, and ability to provide a protective, moisture-retentive environment for the encapsulated probiotics and its suitability for potential wound dressing applications (Lou et al., 2025; Abourehab et al., 2022).

This study confirms that immobilization in calcium alginate does not impede cell division and population growth; rather, the matrix acts as a scaffold supporting robust proliferation. The cultivation of bacterial cultures in an immobilized state within a calcium alginate hydrogel was demonstrated, with kinetic parameters similar to those of free-cell cultures. This immobilized cultivation offers advantages, including preventing cell sedimentation, thus eliminating the need for agitation, and providing a protective effect from the hydrogel polymers, analogous to natural biofilms. It is well known that alginate is a natural component of bacterial biofilms, which contributes to this protective function (Dai et al., 2002; Kundukad et al., 2025).

The observed increase in cell densities to levels commonly associated with therapeutic efficacy ($>10^9$ – 10^{10} CFU/mL) confirms the success of the in-situ cultivation approach (Gul et al., 2024). These findings are consistent with other studies that have reported successful cultivation of immobilized lactobacilli and bifidobacteria in various matrices (Huang et al., 2023). The distinct growth kinetics of the two strains have practical implications: a 2-day cultivation of *B. bifidum* LVA-3 is optimal for applications requiring a rapid burst of high cell density, whereas *L. bulgaricus* 1Z 03501 is more suitable for sustained high viability.

The emergence of antagonistic activity was directly dependent on reaching a "functional activation threshold" of cell density through cultivation (Goo et al., 2024; Thiemicke et al., 2023). The cultivation process allowed the probiotic population to increase to a density where its collective metabolic output of antimicrobial compounds—such as organic acids and bacteriocins—was sufficient to create a measurable zone of inhibition. The alginate hydrogel structure facilitates this process, as its pore size retains the bacterial cells while allowing for the outward diffusion of these smaller antimicrobial molecules to act on surrounding pathogens (Eiselt et al., 2000; Tang et al., 2021).

The decrease in inhibition zones over time suggests the primary mechanism of action is likely bacteriostatic (inhibiting growth) rather than bactericidal (killing cells). This finding is consistent with some recent studies (Ji et al., 2025) but contradicts others (Tang et al., 2021). The degradation of antimicrobial compounds over time provides a plausible explanation. Probiotics often produce proteinaceous bacteriocins as their primary antimicrobial agents (V et al., 2021; Ismael et al., 2024). Since pathogens like *S. aureus* 209 and *P. aeruginosa* 9027 secrete peptid-degrading proteases (Li et al., 2025; Simons et al., 2020; Kessler et al., 2024; Molujin et al., 2022), it is likely that the initial inhibition is caused by a burst of bacteriocins, which are subsequently degraded by pathogen-produced proteases, allowing the pathogens to recover and resume growth. This reveals a dynamic interplay between the probiotic and pathogen on the agar plate.

A potential limitation of this study is the use of a beef liver-based medium. While classic for cultivating lactic acid bacteria (Yakovychuk et al., 2017; Sirchak et al., 2022), it presents a risk of antibiotic residues and batch-to-batch variability for modern applications (Adegbeye et al., 2024; Taha et al., 2024). Future work should transition to a defined, plant-based, or synthetic medium to ensure consistency and safety.

Conclusions

The findings of this study demonstrate that a post-immobilization cultivation step is a highly effective strategy for enhancing both the viability and the functional antagonistic properties of *B. bifidum* LVA-3 and *Lactobacillus bulgaricus* 1Z 03501 encapsulated in calcium alginate films. Immobilization in calcium alginate supports robust proliferation of both probiotic strains, with cell densities increasing by over 100- to 500-fold within 2 days of cultivation and reaching therapeutically relevant levels. The two strains exhibited different

growth kinetics, with *B. bifidum* LVA-3 showing a rapid peak followed by a decline, and *L. bulgaricus* 1Z 03501 maintaining a stable, high-density plateau, offering options for tailoring formulations to specific applications.

The emergence of antagonistic activity in the films was directly dependent on this cultivation-driven increase in cell density, which facilitated the biosynthesis and accumulation of antimicrobial compounds. Non-cultivated films were functionally inert, whereas cultivated films exhibited potent, strain-dependent inhibition of pathogenic bacteria.

This research establishes post-immobilization cultivation as a critical bio-activation process. It transforms the alginate films from simple, passive protective carriers into potent, high-density functional biomaterials. This two-step strategy—immobilization followed by activation—presents a novel approach for the production of next-generation probiotic formulations. This method could be applied to develop more effective products for a range of uses, including bioactive wound dressings and probiotic therapies, by ensuring that a high and functionally active dose of probiotics is delivered to the target site.

Future research should focus on the molecular identification of the antimicrobial compounds produced, testing the performance of these activated films in simulated infected wound models, and optimizing co-culture conditions to develop synergistic multi-strain formulations.

Acknowledgments and funding sources

The work was carried out within the framework of SRW “Effect of low temperatures and drying on the therapeutic effect of the components of an experimental wound covering” of the Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine [state registration number 0123U10072].

Список використаних джерел / References

- Abourehab, M. A. S., Rajendran, R. R., Singh, A., Kesharwani, P., Raza, K., Pramanik, S. (2022). Alginate as a promising biopolymer in drug delivery and wound healing: A review of the state-of-the-art. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(16), 9035. <https://doi.org/10.3390/ijms23169035>
- Abdul, M. M. (2025). Progress in probiotic science: Prospects of functional probiotic-based foods and beverages. *International Journal of Food Science*, 2025, 5567567. <https://doi.org/10.1155/ijfo/5567567>
- Adegbeyeye, M. J., Adetuyi, B. O., Igrigi, A. I., Adisa, A., Palangi, V., Aiyedun, S., Alvarado-Ramírez, E. R., Elghandour, M. M. M. Y., Molina, O. M., Oladipo, A. A., Salem, A. Z. M. (2024). Comprehensive insights into antibiotic residues in livestock products: Distribution, factors, challenges, opportunities, and implications for food safety and public health. *Food Control*, 163, 110545. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110545>
- Alberts, A., Tudorache, D. I., Niculescu, A. G., Grumezescu, A. M., Ciocan, A. I. (2025). Advancements in wound dressing materials: Highlighting recent progress in hydrogels, foams, and antimicrobial dressings. *Gels*, 11(2), 123. <https://doi.org/10.3390/gels11020123>
- Almuhayawi, M. S., Alruhaili, M. H., Gattan, H. S., Al Jaouni, S. K., Selim, S., AbdElgawad, H., Al-Hoshani, N. A. (2023). *Staphylococcus aureus* induced wound infections which antimicrobial resistance, methicillin- and vancomycin-resistant: Assessment of emergence and cross sectional study. *Infection and Drug Resistance*, 16, 5335–5346. <https://doi.org/10.2147/IDR.S418681>
- Aslam, B., Wang, W., Arshad, M. I., Khurshid, M., Muzammil, S., Rasool, M. H., Nisar, M. A., Alvi, R. F., Aslam, M. A., Qamar, M. U., Salamat, M. K. F., Baloch, Z. (2018). Antibiotic resistance: A rundown of a global crisis. *Infection and Drug Resistance*, 11, 1645–1658. <https://doi.org/10.2147/IDR.S173867>
- Babenko, L. P., Tymoshok, N. O., Safronova, L. A., Demchenko, O. M., Zaitseva, G. M., Lazarenko, L. M., Spivak, M. J. (2022). Antimicrobial and therapeutic effect of probiotics in cases of experimental purulent wounds. *Biosystems Diversity*, 30(1), 22–30. <https://doi.org/10.15421/012203>
- Bădăluță, V. A., Curuțiu, C., Ditu, L. M., Chifiriuc, M. C., Lazar, V., Bolocan, A. (2024). Probiotics in wound healing. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(11), 5723. <https://doi.org/10.3390/ijms25115723>
- Byk, P. L., Kryvorchuk, I. H., Leshchyshyn, I. M., Andrusyshyna, I. M., Kobza, I. I., Datsko, T. V., Kozovyi, V. B., Yarema, V. V., Martynyuk, R. S., Savchuk, T. I. (2024). Epidemiology and antibiotic resistance of combat wound infection in surgical patients. *Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery*, 32(2), 129–140. [https://doi.org/10.30702/ujcvs/24.32\(02\)/BK019-129140](https://doi.org/10.30702/ujcvs/24.32(02)/BK019-129140)
- Dai, J., Luo, W., Hu, F., Yu, K., Zhu, H., Pan, L., Zeng, H., Huang, Q., Liu, S. (2024). In vitro inhibition of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 biofilm formation by DZ2002 through regulation of extracellular DNA and alginate production. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13, 1333773. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1333773>
- Diep, E., Schiffman, J. D. (2024). Living antimicrobial wound dressings: Using probiotic-loaded, alginate nanofibers for protection against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *ACS Applied Bio Materials*, 7(2), 787–790. <https://doi.org/10.1021/acsabm.3c01240>

- Dueñas, M. T., López, P. (2022). Functional analysis of lactic acid bacteria and bifidobacteria and their effects on human health. *Foods*, 11(15), 2293. <https://doi.org/10.3390/foods11152293>
- Eiselt, P., Yeh, J., Latvala, R.K., Shea, L.D., Mooney, D.J. (2000). Porous carriers for biomedical applications based on alginate hydrogels. *Biomaterials*, 21(19), 1921-1927. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(00\)00033-8](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(00)00033-8)
- Goo, E., Hwang, I. (2024). Control of bacterial quorum threshold for metabolic homeostasis and cooperativity. *Microbiology Spectrum*, 12(1), e0335323. <https://doi.org/10.1128/spectrum.03353-23>
- Gul, S., Durante-Mangoni, E. (2024). Unraveling the puzzle: Health benefits of probiotics—A comprehensive review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(5), 1436. <https://doi.org/10.3390/jcm13051436>
- Huang, Y., Zhang, L., Hu, J., Guo, Y., Liu, R., Dong, L., Wang, Z., Xiao, Y. (2023). Improved loading capacity and viability of probiotics encapsulated in alginate hydrogel beads by in situ cultivation method. *Foods*, 12(11), 2256. <https://doi.org/10.3390/foods12112256>
- Ilyas, F., James, A., Khan, S., Ahmed, F., Naveed, R., Zaheer, R., Javed, M., Shahid, A., Riaz, H. (2024). Multidrug-resistant pathogens in wound infections: A systematic review. *Cureus*, 16(4), e58760. <https://doi.org/10.7759/cureus.58760>
- Ismael, M., Huang, M., Zhong, Q. (2024). The bacteriocins produced by lactic acid bacteria and the promising applications in promoting gastrointestinal health. *Foods*, 13(23), 3887. <https://doi.org/10.3390/foods13233887>
- Jafari, Z., Bardania, H., Barmak, M. J., Moradi, M., Kianbakht, S., Mozaffari-Khosravi, H. (2024). Antimicrobial, anti-inflammatory, and wound healing properties of *Myrtus communis* leaf methanolic extract ointment on burn wound infection induced by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in rats. *BioMed Research International*, 2024, 6758817. <https://doi.org/10.1155/2024/6758817>
- Ji, J., Li, T., Ma, B., Chen, H., Qu, C., Zhang, Y., Chen, X., Song, J. (2025). A *Bifidobacterium* strain with antibacterial activity, its antibacterial characteristics and in vitro probiotics studies. *Microorganisms*, 13(6), 1190. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13061190>
- Karachevtsev, V. A., Plokhotnichenko, A. M., Trufanov, O. V., Shevchenko, V. V., Leontiev, V. S. (2025). Levofloxacin loaded PMMA:PVP blended nanofiber mat as an antibacterial material. *Materials Research Express*, 12(7), 075403. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/adec42>
- Kessler, E. (2024). The secreted aminopeptidase of *Pseudomonas aeruginosa* (PaAP). *International Journal of Molecular Sciences*, 25(15), 8444. <https://doi.org/10.3390/ijms25158444>
- Kong, C., Chen, S., Ge, W., Zhang, H., Su, Y., Li, B., Qian, Y., Zhang, Y. (2022). Riclin-capped silver nanoparticles as an antibacterial and anti-inflammatory wound dressing. *International Journal of Nanomedicine*, 17, 2629–2641. <https://doi.org/10.2147/IJN.S366899>
- Kundukad, B., Rice, S. A., Doyle, P. S., Yang, L. (2025). Alginate exopolymer significantly modulates the viscoelastic properties and resilience of bacterial biofilms. *NPJ Biofilms and Microbiomes*, 11(1), 98. <https://doi.org/10.1038/s41522-025-00718-6>
- Landa, G., Clarhaut, J., Buyck, J., Mendoza, G., Arruebo, M., Tewes, F. (2024). Impact of mixed *Staphylococcus aureus*-*Pseudomonas aeruginosa* biofilm on susceptibility to antimicrobial treatments in a 3D in vitro model. *Scientific Reports*, 14, 27877. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79573-y>
- Li, X., Maaß, S., Ferrero-Bordera, B., Graumann, J., Moche, M., Völker, U., Bröker, B. M. (2025). The secreted proteases aur, scpA, sspA and sspB suppress the virulence of *Staphylococcus aureus* USA300 by shaping the extracellular proteome. *Virulence*, 16(1), 2514790. <https://doi.org/10.1080/21505594.2025.2514790>
- Lou, J., Xiang, Z., Zhu, X., Wang, L., Wang, Z., Ouyang, Y., Yin, H., Feng, J., Zhang, M., Jiang, J. (2025). Evaluating the therapeutic efficacy and safety of alginate-based dressings in burn wound and donor site wound management associated with burn surgery: A systematic review and meta-analysis of contemporary randomized controlled trials. *BMC Surgery*, 25(1), 215. <https://doi.org/10.1186/s12893-025-02956-z>
- Mazziotta, C., Tognon, M., Martini, F., Torreggiani, E., Rotondo, J. C. (2023). Probiotics mechanism of action on immune cells and beneficial effects on human health. *Cells*, 12(1), 184. <https://doi.org/10.3390/cells12010184>
- Molujin, A. M., Abbasiliasi, S., Nurdin, A., Alhassan, M. H., Lee, P. C., Gansau, J. A., Jawan, R. (2022). Bacteriocins as potential therapeutic approaches in the treatment of various cancers: A review of in vitro studies. *Cancers*, 14(19), 4758. <https://doi.org/10.3390/cancers14194758>
- Phan, S., Feng, C. H., Huang, R., Lee, N., Edgar, R. C., Armstrong, D. G. (2023). Relative abundance and detection of *Pseudomonas aeruginosa* from chronic wound infections globally. *Microorganisms*, 11(5), 1210. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051210>
- Picó-Monllor, J. A., Sala-Segura, E., Tobares, R. A., Mingot-Ascencio, J. M. (2023). Influence and selection of probiotics on depressive disorders in occupational health: Scoping review. *Nutrients*, 15(16), 3551. <https://doi.org/10.3390/nu15163551>
- Safronova, L., Pylypiuk, Y., Skorochod, I., Trufanov, O., Kryzhanovska, A. (2024). Probiotics and their potential for the prevention and treatment of infections. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 86(6), 74–91. <https://ojs.microbiolj.org.ua/index.php/mj/article/view/220>

- Simons, A., Alhanout, K., Duval, R. E. (2020). Bacteriocins, antimicrobial peptides from bacterial origin: Overview of their biology and their impact against multidrug-resistant bacteria. *Microorganisms*, 8(5), 639. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050639>
- Singh, B., Metha, S., Asare-Amoah, J., Satyanarayana, S., Bansal, S., Singh, A. (2024). Biofilm-associated multidrug resistant bacteria among burn wound infections: A cross-sectional study. *Mediterranean Journal of Infection, Microbes and Antimicrobials*, 13(1), 15. <https://doi.org/10.4274/mjima.galenos.2024.24179.15>
- Sirchak, Y., Nastych, M. (2022). Immunological disorders and colonic dysbiosis in patients with biliary lesions in type 2 diabetes mellitus and obesity. *Gastroenterology*, 55(4), 229–234. <https://doi.org/10.22141/2308-2097.55.4.2021.247913>
- Sun, Q., Yin, S., He, Y., Cao, Y., Shan, S., Shan, C., Liu, J. (2023). Biomaterials and encapsulation techniques for probiotics: Current status and future prospects in biomedical applications. *Nanomaterials*, 13(15), 2185. <https://doi.org/10.3390/nano13152185>
- Taha, S. R., Datau, F., Rokhayati, U. A., Unggango, Y. (2024). Detection of antibiotic residues in beef and beef liver in Gorontalo City. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 25(2), 131–140. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2024.025.02.4>
- Tang, T. C., Tham, E., Liu, X., Yehl, K., Rovner, A. J., Yuk, H., de la Fuente-Nunez, C., Isaacs, F. J., Zhao, X., Lu, T. K. (2021). Hydrogel-based biocontainment of bacteria for continuous sensing and computation. *Nature Chemical Biology*, 17(6), 724–731. <https://doi.org/10.1038/s41589-021-00779-6>
- Thiemicke, A., Neuert, G. (2023). Rate thresholds in cell signaling have functional and phenotypic consequences in non-linear time-dependent environments. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 11, 1124874. <https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1124874>
- Trufanov, O., Martsenyuk, V., Stepanyuk, L. (2025). Viability and immobilization efficiency of probiotic *Lactobacillus bulgaricus* strain in alginate films. *OneHealthJournal*, 3(III), 48–55. <https://doi.org/10.31073/onehealthjournal2025-III-03>
- V, A. L., Mohammed, A. K., Malaisamy, A., Vellingiri, V., Kumar, A. D., Prabhu, D., Sivanesan, S. (2021). Bacteriocin producing microbes with bactericidal activity against multidrug resistant pathogens. *Journal of Infection and Public Health*, 14(12), 1802–1809. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.09.029>
- Vestweber, P. K., Wächter, J., Planz, V., Mertens, A., Fetzner, S., Ostermeier, A. M., Hensel, M. (2024). The interplay of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* in dual-species biofilms impacts development, antibiotic resistance and virulence of biofilms in in vitro wound infection models. *PLoS ONE*, 19(5), e0304491. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304491>
- Wang, X., Wang, H., Zhang, J., Xu, L., Wang, J., Li, Y., Yang, Y., Zhang, Y. (2025). Morphological variability of *Escherichia coli* colonizing human wounds: A case report. *BMC Infectious Diseases*, 25(1), 440. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10484-7>
- Xiao, Y., Zhao, J., Zhang, H., Chen, W., Zhai, Q. (2021). Mining genome traits that determine the different gut colonization potential of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species. *Microbial Genomics*, 7(6), 000581. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000581>
- Yakovychuk, N. D., Dejneka, S. Y., Sydorchuk, L. I., Rotar, D. V., Sydorchuk, I. Y., Popovych, V. B. (2017). Microbiological reasoning of the formation and development of vulvovaginal candidiasis. *Zaporozhye Medical Journal*, 4, 505–510. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2017.4.105097>
- Zhang, M., Li, W., Yin, L., Chen, Z., Liu, Y., Guo, X., Tang, L., Chen, H. (2025). Multifunctional double-network hydrogel with antibacterial and anti-inflammatory synergistic effects contributes to wound healing of bacterial infection. *International Journal of Biological Macromolecules*, 271(Pt 2), 132672. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132672>

Біоінженерія пробіотичних гідрогелевих плівок з високою антимікробною активністю

О.В. Труфанов, Г.Е. Ананьїна, Н.А. Труфанова, В.П. Марценюк, А.С. Щоголев

Зростання антимікробної резистентності значно ускладнює лікування інфікованих ран, що зумовлює необхідність пошуку нових терапевтичних підходів. Одним із перспективних напрямів є застосування пробіотиків, ефективність яких залежить від доставки високої концентрації життєздатних мікроорганізмів безпосередньо в зону ураження. Альгінатні гідрогелі є ефективними носіями, проте свіжовиготовлені пробіотичні плівки часто не забезпечують миттєвої антимікробної дії. Метою роботи було дослідити вплив періоду культивування після іммобілізації на життєздатність та антагоністичну активність штамів *Bifidobacterium bifidum* LVA-3 та *Lactobacillus bulgaricus* 1Z 03501, іммобілізованих в альгінатно-кальцієвих плівках. Гіпотеза полягала в тому, що цей етап культивування слугує *in-situ* біоактивацією, яка підвищує терапевтичну ефективність плівок. Пробіотичні штами іммобілізували в альгінатно-кальцієвих плівках і культивували у поживному середовищі протягом 2, 4 або 6 діб при 37 °С. Життєздатність визначали методом висіву після

розчинення плівок. Антагоністичну активність оцінювали методом дифузії в агарі щодо патогенних тест-штамів (*Staphylococcus aureus* 209, *Pseudomonas aeruginosa* 9027 та *Escherichia coli* B) за діаметром зон інгібування. Результати проведеного дослідження показали, що плівки без культивування (0-й день) не мали антагоністичної активності. Культивування після іммобілізації сприяло значному підвищенню життєздатності обох штамів — зростання чисельності клітин у 100–500 разів уже через 2 доби до рівнів, достатніх для терапевтичного ефекту ($>10^{10}$ КУО/мл). *B. bifidum* LVA-3 характеризувався швидким ростом з піком на 2-й день, тоді як *L. bulgaricus* 1Z 03501 підтримував стабільну високу чисельність до 6-го дня. Зростання щільності клітин напряду корелювало з посиленням антагоністичної активності щодо всіх патогенів. Підсумовуючи можна зазначити, що культивування після іммобілізації є ключовим етапом *in-situ* біоактивації, що трансформує альгінатні плівки з пробіотиками з пасивних носіїв у функціонально активні біоматеріали. Такий підхід дозволяє досягти високої життєздатності пробіотиків та забезпечує утворення антимікробних сполук безпосередньо в плівці. Запропонована двоетапна стратегія має потенціал для створення високоефективних пробіотичних засобів, зокрема біоактивних ранових покриттів.

Ключові слова: пробіотики; альгінатний гідрогель; іммобілізація; *in-situ* культивування; антагоністична активність

Цитування: Trufanov O.V., Ananina H.E., Trufanova N.A., Martsenyuk V.P., Schogolev A.S. (2025). Bioengineering of probiotic-loaded hydrogel films with high antimicrobial activity. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 45, с. 52–62. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-5>

Про авторів:

Труфанов О. В. — Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, буд. 23, Харків, Україна, 61016, olegtrufanov2015@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3978-3335>
 Ананьїна Г. Є. — Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, буд. 23, Харків, Україна, 61016, anelana51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2065-3159>
 Труфанова Н. А. — Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, буд. 23, Харків, Україна, 61016, natalia_trufanova@cryonas.org.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8718-7490>
 Марценюк В. П. — Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, буд. 23, Харків, Україна, 61016, martsenyuk@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0009-9420-0487>
 Щоголев А. С. — Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, буд. 23, Харків, Україна, 61016; Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна, a.s.schogolev@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-6563-1415>

Внесок авторів: Концептуалізація — О. В. Труфанов; методологія — О. В. Труфанов та Г. Є. Ананьїна; програмне забезпечення — Н. А. Труфанова; валідація — О. В. Труфанов та Н. А. Труфанова; статистична обробка даних — О. В. Труфанов та А. С. Щоголев; проведення досліджень — О. В. Труфанов, Г. Є. Ананьїна та В. П. Марценюк; впорядкування та збереження даних — Г. Є. Ананьїна та В. П. Марценюк; написання та підготовка початкового варіанту — О. В. Труфанов; рецензування та редагування — О. В. Труфанов та А. С. Щоголев; візуалізація — О. В. Труфанов, Н. А. Труфанова та А. С. Щоголев; наукове керівництво — О. В. Труфанов / **Authors Contribution:** Conceptualization, O. V. Trufanov; methodology, O. V. Trufanov and H. E. Ananina; software, N. A. Trufanova; validation, O. V. Trufanov and N. A. Trufanova; formal analysis, O. V. Trufanov and A. S., Schogolev; investigation, O. V. Trufanov, H. E. Ananina, and V. P. Martsenyuk; data curation, H. E. Ananina and V. P. Martsenyuk; writing—original draft preparation, O. V. Trufanov; writing—review and editing, O. V. Trufanov and A. S., Schogolev; visualization, O. V. Trufanov, N. A. Trufanova, and A. S., Schogolev; supervision, O. V. Trufanov.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Подано до редакції: 20.10.2025 / Прорецензовано: 28.11.2025 / Прийнято до друку: 17.12.2025 / Оприлюднено: 31.12.2025

... ПРИРОДООХОРОННІ ТЕРИТОРІЇ ... NATURE CONSERVATION AREAS ...

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-6>
УДК: 502.4 (477.81)

Флора проєктованого Національного природного парку “Мжанський” (Харківська область). Частина 2: заплавні комплекси Г.М. Бондаренко, А.Б. Рокитянський

Водно-болотні угіддя та заплави річкових долин є важливими осередками біорізноманіття і джерелом великої кількості різних екосистемних послуг. Через свою ресурсну цінність такі екосистеми часто підпадають під сильний антропоїчний тиск, що призводить до збіднення біоти. Важливість питання охорони природних середовищ на Харківщині стоїть дуже гостро, адже відсоток площ заповідних територій у регіоні є одним з найменших серед інших адміністративних областей України. При цьому представленість водно-болотних угідь та заплав у мережі природно-заповідного фонду регіону незначна, що підкреслює необхідність заповідання найбільш цінних та типових ділянок. Одним з таких перспективних об'єктів є Національний природний парк «Мжанський», який об'єднує у собі борові та заплавні комплекси у середній течії р. Мож. Детальний аналіз флори борових комплексів парку, проєкт якого розробляється, представлено у першій частині статті, у той час як ця частина присвячена аналізу флори заплавних комплексів планованого природоохоронного об'єкту. За результатами польових та ретроспективних досліджень гербарного матеріалу та літературних джерел встановлено, що флора заплавної частини парку складає принаймні 457 видів, підвидів та гібридів судинних рослин. Їхній повний перелік разом з анотацією представлений у статті. Систематична структура флори є типовою та відповідає іншим локальним флорам Харківської області. Серед родин найчисельнішими виявились: Asteraceae (61 вид – 13,4 %), Poaceae (42 види – 9,2 %), Fabaceae (24 види – 5,3 %), Cyperaceae (23 види – 5,0 %), Lamiaceae (22 види – 4,8 %), Plantaginaceae s.l. та Ranunculaceae (по 18 видів – 3,9 % у кожній), Brassicaceae та Rosaceae (по 15 видів – 3,3 % у кожній). Результати фракційного аналізу флори виявили, що рослинний покрив потерпає від сильного антропоїчного тиску ($IS = 49,8\%$). Втім трансформація флори відбувається переважно за рахунок автохтонних синантропних видів. Частка адвентивних видів складає 18,4 %, що менше за аналогічні показники на інших досліджених територіях. Серед чужорідних видів переважають представники північноамериканської та середземноморської флор. Серед адвентивних видів виявлено *Elodea canadensis* та *Vallisneria spiralis*, які проявляють високу фітоценотичну активність на території дослідження. Однак у парку також виявлено місцезростання 33 видів, що мають різний природоохоронний статус. Серед них 9 – включено до Червоної книги України (*Anacamptis palustris*, *Dactylorhiza fuchsii*, *D. incarnata*, *D. majalis*, *Epipactis palustris*, *Gladiolus tenuis*, *Stipa borysthenica*, *Tragopogon donetzicus*, *Utricularia* × *neglecta*), 2 – до Резолюції 6 Бернської конвенції (*Ostericum palustre* та *Salvinia natans*) та 22 види є регіонально рідкісними на території Харківської області (*Cicuta virosa*, *Inula helenium*, *Parnassia palustris*, *Ranunculus lingua*, *Stratiotes aloides* та ін.). Також протягом польових досліджень було виявлено декілька рідкісних для регіону видів, які не мають фактичного охоронного статусу (*Carex rostrata*, *Gratiola officinalis*, *Hippuris vulgaris*, *Limonium alutaceum*, *Ranunculus flammula*, *R. kauffmannii*, *R. polyphyllus*, *Scrophularia oblongifolia* та ін.). Підтверджено зростання нового для Харківської області виду *Veronica catenata*.

Ключові слова: біорізноманіття, рідкісні види, чужорідні види, природно-заповідний фонд, охоронювані території, Смарагдова мережа, долина річки Мож, Харківська область

Цитування: Бондаренко Г.М., Рокитянський А.Б. Флора проєктованого Національного природного парку “Мжанський” (Харківська область). Частина 2: заплавні комплекси. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 45, с. 63–104. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-6>

Про авторів:

Бондаренко Г. М. – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Майдан Свободи, 4, Харків, Україна 61022; h.m.bondarenko@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9936-3482>

Рокитянський А. Б. – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Майдан Свободи, 4, Харків, Україна 61022; artemborisovichro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3550-5792>

Подано до редакції: 09.06.2025 / Прорецензовано: 26.10.2025 / Прийнято до друку: 02.12.2025 / Оприлюднено: 31.12.2025

Вступ

Водно-болотні угіддя, у тому числі заплави річок, мають велике значення як центрів біорізноманіття регіону, що неодноразово підкреслювалося у багатьох наукових публікаціях (Atemasov, Atemasova, 2000; Gorelova, 1987; Esilevskaya et al., 1986; Chernaya, 1982; Drulyova, 1982; Білик, 1974; Алексєєв, 1960; Alekseev, 1947). Вони є середовищем існування рідкісних видів рослин та тварин. Такі екосистеми забезпечують низку екосистемних послуг, серед яких місця для випасу свійських тварин та сіножаті, окремі види сільського господарства, рекреація, зберігання та розподіл водних ресурсів, накопичення вуглецю тощо. Через свою цінність, більшість водно-болотних угідь знаходиться під значним впливом антропогенного навантаження, зокрема, меліорації. Це негативно впливає на стан цих екосистем і призводить до їхньої деструкції та деградації. Саме тому ділянки водно-болотних угідь, які зберігають ознаки "природності" та слабко порушені, потребують особливої охорони.

Загальна площа водно-болотних угідь у межах природно-заповідного фонду Харківської області невелика. Із трьох існуючих в області національних парків (НПП), заплавні комплекси представлені у НПП "Гомільшанські ліси". Проте заплава Сіверського Дінця знаходиться у рекреаційній зоні цього парку і зазнає сильної трансформації внаслідок активного відпочинку мешканців області, також господарської діяльності (сінокосіння та випасу рогатої худоби). Крім того, заплави представлені у межах НПП "Дворічанський". Через складне транспортне сполучення із цим парком вони зазнають меншого рекреаційного навантаження та трансформації. Втім територія парку охоплює, головним чином, правобережну частину заплави, яка межує з крейдяними відслоненнями – головними об'єктами охорони. Крім того, територія НПП "Дворічанський" наразі знаходиться у зоні активних бойових дій, що унеможлиблює забезпечення природоохоронних заходів на цій території та збільшує ризики втрати біорізноманіття. У НПП "Слобожанський" під охороною знаходяться лише водно-болотні угіддя у межах річки Мерли та Мерчика, у той же час заплава залишається поза межами цього природоохоронного об'єкту. Повідомляється (Безроднова та ін., 2020; Безроднова, Клещ, 2019), що водно-болотні угіддя цього парку знаходяться під загрозою через зміни гідрологічного режиму, внаслідок зменшення опадів та меліоративних заходів. Також у Харківській області є декілька невеликих за площею заказників, які мають забезпечити охороною водно-болотні угіддя. Зокрема, гідрологічні заказники "Графський" (окол. сс. Графське та Верхня Писарівка, Вовчанська ОТГ, Чугуївський р-н), "Орільський" (окол. сс. Залінійне та Малий Орчик, Зачепилівська ОТГ, Берестинський р-н), "Семенівський" (Близнюківська ОТГ, Лозівський р-н) та ін. Ще декілька заказників створено з метою охорони орнітофауни заплавлених комплексів та водно-болотних угідь: "Чаплі" (окол. с. Парасковія, Старовірівська селищна громада, Берестинський р-н), "Займанський" (окол. с. Займанка, Зачепилівська ОТГ, Берестинський р-н) та ін. (Клімов та ін., 2005). Втім загальна площа заповідних об'єктів, які забезпечують охорону заплавлених комплексів та водно-болотних угідь на території Харківської області крихітко незначна, а актуальні дані про їхній стан і ступінь збереженості – відсутні. Тож, у розрізі проблем низького відсотку заповідності території Харківської області та незначної репрезентації заплавлених комплексів та водно-болотних угідь, перед природоохоронцями стоїть важлива задача збільшити площу заповідних територій, зокрема, за рахунок включення найбільш цінних та типових ділянок заплавлених та водно-болотних угідь регіону.

Спроби покращити ситуацію із заповіданням екологічно цінних територій у регіоні постійно роблять науковці з різних установ Харківщини, громадські організації та місцеві громади. За останні роки ними обґрунтовано створення низки об'єктів ПЗФ (Безроднова та ін., 2024; Звягінцева, 2020; Гамуля та ін., 2017 та ін.). Запропоновані до заповідання ділянки представляють різноманітні типи ландшафтів та екосистем, рідкісних та типових для Лівобережжя України. Серед них, зокрема, регіональний ландшафтний парк "Смарагдове джерело" (Атемасова та ін., 2021), організація якого – ініціатива місцевих громад Харківського району. Цей парк представлений декількома окремими ділянками в межах району. Найбільші площі парку займають нагірні діброви у долинах річок Уди та Мерефа, проте на території проєктованого парку також представлені ділянки заплави р. Уди (окол. сел. Жихор та сс. Бабаї та Безлюдівка) та солонцюватий под (окол. с. Васищево). Крім цього, у різні роки у складі різних природоохоронних об'єктів з різним статусом була запропонована до заповідання ділянка заплави р. Мож. Так, у 2005 р. на ділянці заплави між сс. Тимченки та Чемужівка було обґрунтовано створення гідрологічного заказника загальнодержавного значення (Клімов та ін., 2005). Запропонована до заповідання ділянка складала близько 2000 га. Пізніше ділянку заплави р. Мож від м. Мерефа до м. Зміїв разом із боровою терасою було включено до проєкту організації Національного природного парку "Мжанський" (Tokarskaya et al., 2017). У 2018 р. територію

проектованого парку разом із прилеглими територіями загальною площею 12658,5 га було включено до Смарагдової мережі під назвою “Mozh river valley” (UA0000299; Updated list..., 2024). Втім, через відсутність закону, який би регулював режим охорони та землекористування територій, що включені до Смарагдової мережі, єдиним дієвим способом забезпечити збереження цих територій залишається їх заповідання у складі ПЗФ України. Отже створення Національного природного парку “Мжанський” досі є актуальним напрямком роботи природоохоронців та відповідних органів місцевої влади. Тому основною метою цього дослідження стала інвентаризація флори проектного НПП “Мжанський” та аналіз сучасного стану флори парку.

У раніше опублікованих матеріалах (Tokarskaya et al., 2017; Безроднова та ін., 2021) надані загальна характеристика парку, перелік охоронюваних видів рослин, тварин та біотопічне різноманіття. Проте у цих публікаціях не надається інформації про загальне число представників біоти, не надано повного переліку флори та фауни та не проведено глибокого аналізу їхньої структури. Спроби зібрати всю відому інформацію про флору проектного парку були зроблені авторами цієї статті. У попередній публікації (Бондаренко, 2025) проаналізовано склад та структуру флори борової частини проектного парку “Мжанський”. Тож наразі нашою метою було здійснити інвентаризацію флори заплавної частини комплексу цього перспективного об’єкту ПЗФ, провести екологічний аналіз флори та оцінити ступінь її трансформації.

Матеріали та Методи

Дослідження проводилися протягом вегетаційних сезонів 2023–2025 рр. у межах заплавної частини проектного НПП “Мжанський” (рис. 1). Маршрутно-рекогносцирувальним методом збиралися дані про склад та поширення судинних рослин. Маршрут пролягав у різних типах біотопів, представлених на території перспективного заповідного об’єкту. Загальна довжина маршруту склала близько 75 км.

Запис маршруту та фіксація координат місцезростань рідкісних видів здійснювався у мобільному застосунку Guru Maps (<https://gurumaps.app/>). Картографічні матеріали створені у програмі QGIS 3.40 Bratislava (QGIS, 2025).

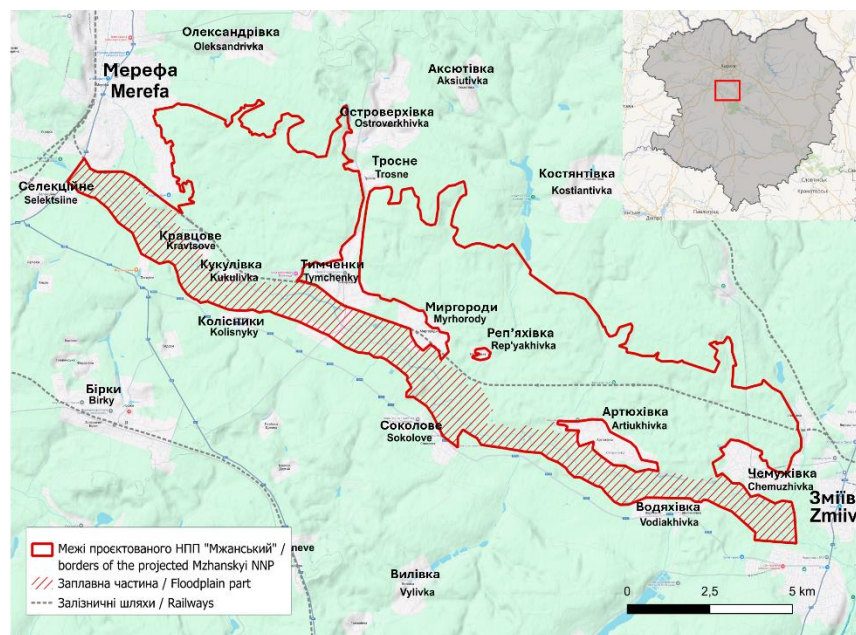


Рис. 1. Картосхема проектного Національного природного парку “Мжанський”. Базова мапа: Google Terrain

Fig. 1. The map of the designed Mzhanskyi National Nature Park. Base map: Google Terrain

За результатами оригінальних польових досліджень та аналізу літературних джерел (Shynder & Negrash, 2021; Zvyagintseva 2015; Gorelova & Alyokhin, 2002), відкритих баз даних з біорізноманіття (GBIF, 2025; UkrBIN, 2025; iNaturalist, 2025), а також ревізії фондів Гербарію Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна CWU та Національного гербарію України KW (Інститут ботаніки імені

М. Г. Холодного НАН України, м. Київ) складено анотований перелік судинних рослин, що зростають у заплавної частині проєктованого НПП «Мжанський» (додаток). Анотація до кожного виду містить поширені в українській науковій літературі синонімічні назви (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999; Prokudin et al., 1987; Gorelova, Alyokhin, 2002), тип ареалу, екоморфи, фракційну приналежність, статус охорони тощо. Номенклатурні назви видів наведені відповідно до Plants of the World Online (POWO, 2025). Охоронний статус видів перевірявся за природоохоронними документами різного рівня (Рішення..., 2001; Convention..., 1979; Перелік..., 2021; CITES, 2024; IUCN, 2024). Фракційні дослідження проводилися за спеціалізованими публікаціями (Protopopova & Dobrochayeva, 1991; Gorelova & Alyokhin, 2002; Protopopova & Shevera, 2014; Dvirna, 2014; Zvyagintseva, 2015).

Екологічний аналіз флори проводився за 4 едафічними (загальне зволоження ґрунту, кислотний та загальний сольовий режими субстрату та вміст нітратів) та 2 кліматичними (континентальність клімату та освітленість) факторами з використанням екологічних шкал авторства Я. П. Дідуха (Didukh, 2011).

Трансформацію флори оцінювали за індексами синантропізації, апофітизації та антропофітизації фітобіоти, запропонованими Я. Корнасем (Kornaś, 1968), у перерахунку на відсотки:

$$IS = \frac{An + Ap}{N} \times 100 \%$$

де IS – індекс синантропізації; An – антропофіти (адвентивні види); Ap – апофіти (синантропні автохтонні види флори); N – загальна кількість видів на території дослідження

$$IAp = \frac{Ap}{N} \times 100 \%$$

де IAp – індекс апофітизації

$$IAN = \frac{An}{N} \times 100 \%$$

де IAn – антропофітизації

Характеристика території досліджень

Заплава р. Мож у межах проєктованого Національного природного парку "Мжанський" характеризується високим ступенем збереженості. У найширших ділянках її ширина складає більше 1,5 км. Ландшафти представлені плоскими формами рельєфу з невеликим перепадом відносних висот. Сама річка звивиста, має численні рукави та затоки. У найширшій ділянці русло має ширину близько 120 м (біля с. Соколове), однак на більшості ділянок його ширина не перевищує 10 м. У заплаві є декілька невеликих за площею штучних водойм технічного використання (біля сс. Кукулівка та Миргороди), які беруть воду з річки. На території проєктованого парку в р. Мож впадають декілька малих річок-приток: Мерефа (ліва притока, окол. м. Мерефа), Борова (ліва притока, окол. с. Реп'яхівка), Велика Вилівка (права притока, окол. с. Соколове), Вільшанка (права притока, окол. с. Височинівка) та декілька струмків, які частково або повністю пересихають улітку. У найбільш спекотні періоди річище Мжі може місцями пересихати. Таке явище було зафіксоване улітку 2024 р. на ділянках русла між сс. Артюхівка та Чемужівка та в районі м. Зміїв (рис. 2).

Заплавна частина парку представлена різноманітними типами біотопів (Безроднова та ін., 2021). Найбільші площі займають вологі та перезволожені високотравні біотопи з домінуванням *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. s.str. Значні площі також представлені мезофітним різнотрав'ям. На таких ділянках трапляються депресії рельєфу, які навесні заповнюються водою. У таких місцях та навколо них формуються біотопи з домінуванням представників родини Сурепцеві, а у весняний період – ефемерні угруповування з домінуванням представників роду *Ranunculus* L. з секції *Batrachium* (DC.) Gray. Також у заплаві трапляються фрагменти засолених лук з відповідним для них фіторізноманіттям (Безроднова та ін., 2021). В околицях с. Водяхівка серед заплавних лук

трапляються аренні степи сформовані на піщаних дюнах. На притерасових ділянках заплави та на старих річищах трапляються вільшняки та осичники. На ділянках русла з різною інтенсивністю течії формуються угруповання з прикріплених водних макрофітів, зокрема з домінуванням *Potamogeton* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Utricularia vulgaris* L. та ін. У старицях та інших заплавних водоймах наявні типові угруповання із вільноплаваючих водних макрофітів із домінуванням представників роду *Lemna* L., а також *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Salvinia natans* (L.) All.



Рис. 2. Наповненість річки Мож у різні періоди року (околиці с. Артюхівка). Фото Алли Громакової (фото праворуч: травень 2025 р.; фото ліворуч: вересень 2024 р.).

Fig. 2. The water level of the Mozh River at different times of the year (Artiukhivka village vicinity). Photo by Alla Gromakova (right photo: March 2025; left photo: September 2024).

Результати та Обговорення

Систематична структура флори. У результаті польових досліджень, а також аналізу літературних джерел, відкритих баз даних з біорізноманіття та гербарних фондів KW та CWU встановлено, що флора заплавної частини проєктованого НПП “Мжанський” складає 457 таксонів видового та підвидового рівнів, а також таксонів гібридного походження. Це приблизно третина від відомої на сьогоднішній день видового різноманіття судинних рослин Харківської області (Gorelova & Alyokhin, 2002), що свідчить про високу репрезентативність досліджуваної флори.

Виявлені таксони належать до 76 родин судинних рослин, серед яких за чисельністю переважають Asteraceae (61 вид – 13,4 %), Poaceae (42 види – 9,2 %), Fabaceae (24 види – 5,3 %), Cyperaceae (23 види – 5,0 %), Lamiaceae (22 види – 4,8 %), Plantaginaceae s.l. та Ranunculaceae (по 18 видів – 3,9 % у кожній), Brassicaceae та Rosaceae (по 15 видів – 3,3 % у кожній). Інші родини разом становлять 47,9 %. Схожий розподіл видів за родинami характерний і для борової частини парку (Бондаренко, 2025). Порівнюючи отримані результати із наявними даними про флору заплавних комплексів інших річок у Харківської області (Zviahintseva et al., 2023; Chernaya, 1982) можна стверджувати, що досліджувана флора має типову для цієї території систематичну структуру. У той же час, її висока репрезентативність є підставою для її охорони, як одного з важливих центрів біорізноманіття регіону.

Серед родів із найбільшим числом представників є: *Carex* (14 видів), *Ranunculus* s.l. (11 видів), *Veronica* (8 видів), *Galium*, *Rumex* та *Salix* (по 7 видів у кожному), *Tragopogon* та *Trifolium* (по 6 видів у кожному), *Cirsium*, *Juncus* та *Potamogeton* (по 5 видів у кожному).

Екологічний аналіз флори. Аналіз флори за загальним гідрологічним режимом субстрату показав різноманітність умов на території заплавної частини парку. Переважна більшість видів є представниками помірно зволжених та свіжих біотопів, тому групи з найбільшим числом видів гігрозомітофіти (90 видів – 20,0 %), мезофіти (81 вид – 17,8 %) та суб-мезофіти (17,5 %). Типові для заплави види, що розповсюджені у водних та перезволжених біотопах, разом складають 33,6% флори дослідженої території (рис. 3).

Розподіл видів за групами ацидоморф показав переважання у флорі рослин, що надають перевагу субстратам з нейтральною реакцією рН, – нейтрофілів, що представлені 272 видами (60,0 %). Втім, значна частка флори – це субацидофіли (125 видів – 27,4 %) (рис. 3).

За результатами трофоморфічного аналізу встановлено, що у заплаві на етриторії парку сформувалися переважно помірно багаті ґрунти. На це вказує переважання у флорі груп семіевтрофів та евтрофів, які налічують по 173 види кожна, що разом складає 76,0 % від загальної кількості видів (рис. 3). Проте, на території досліджень також виявлено групи глікотрофів та мезогалотрофів, які зростають на солонцюватих луках та солончаках. Про типових представників цих біотопів на території проєктованого парку, вказують, зокрема і інші автори (Безроднова та ін., 2021).

Аналіз флори за нітроморфами показав, переважання у флорі нітрофілів, що адаптовані до субстратів з доволі багатим вмістом мінерального азоту (211 видів – 46,3 %). Також на території досліджень значною кількістю видів представлена група гемінітрофілів, які надають перевагу ґрунтам з помірним вмістом мінерального азоту, – 126 видів (27,6 %) (рис. 3).

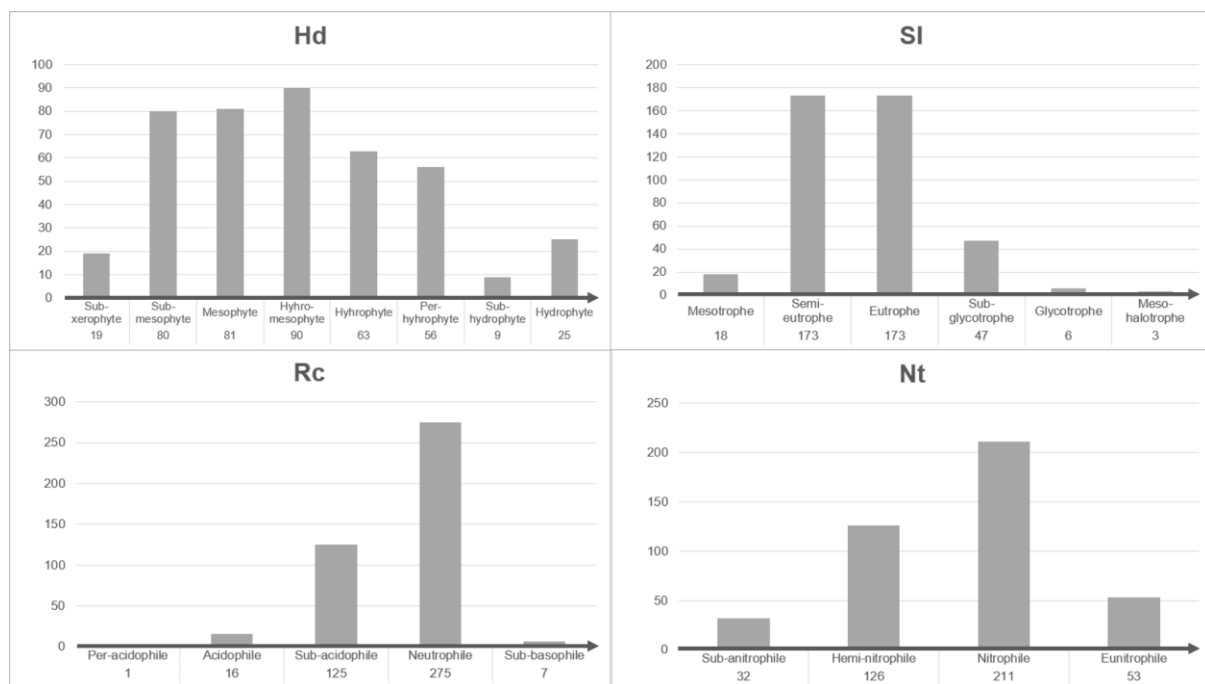


Рис. 3. Екологічна структура флори за едафотопом: Hd – загальний режим зволоження ґрунту; Rc – кислотність ґрунту; SI – загальний трофічний режим субстрату; Nt – вміст нітратів у субстраті (відповідно до Didukh, 2011). Стрілка вказує напрям зростання інтенсивності дії фактору.

Fig. 3. The ecological structure of the flora by the regime of edaphotopic factors: Hd – soil water regime; Rc – soil acidity; SI – total salt regime; Nt – mineral nitrogen content in soil (according to Didukh, 2011). The arrow indicates the direction in which the factor intensity is increasing.

На рисунку 4 відображено особливості екологічної структури флори за екологічними факторами кліматопу. За результатами аналізу спектру омброморф встановлено, що переважна більшість виявлених видів належать до близьких груп субаридофітів та субомброфітів, яких налічується 159 (34,9 %) та 155 (34,0 %) видів відповідно. Групи мезоаридофітів та мезоомброфітів представлені однаковим числом видів – по 47 видів (10,3 %) у кожній. Групи семі-аридофітів та семі-омброфітів налічують 5 та 4 види відповідно. Таким чином, розподіл за омброгрупами має нормальний характер з оптимумом у межах помірних вологості та аридності клімату (рис. 4).

Аналіз флори за континентальністю клімату показав, що на території дослідження переважають характерні для області геміконтинентали – 229 видів (50,2 %). Майже однаковим числом видів представлені групи семі-континентальних та гемі-океанічних рослин – 90 (19,7 %) та 82 (18,0 %) види відповідно (рис. 4).

Аналіз розподілу видів за геліоморфами показав, що у флорі переважає характерна для трав'яних фітоценозів із високотрав'ям група субгеліофітів, яка представлена 278 видами (61,0 %). Значним числом також представлені геліофіти – 132 види (29,0 %). Групи тіньовитривалих рослин малочисельні і представлені лише 11 видами (2,4 %). Ці рослини зростають переважно, у вільшняхках.

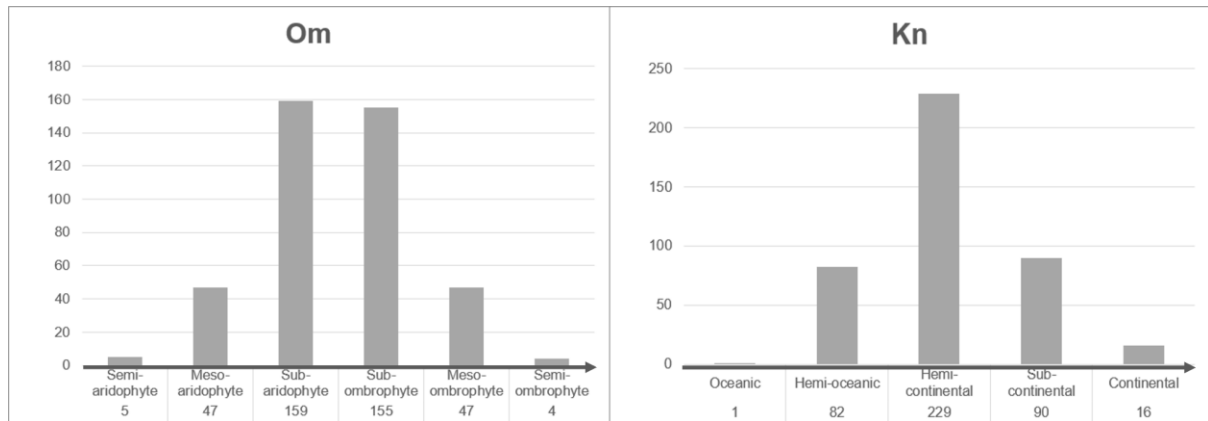


Рис. 4. Екологічна структура флори за режимами клімату: Om – вологість клімату; Kn – континентальність клімату. Стрілка вказує напрямок зростання інтенсивності дії фактору.

Fig. 4. The ecological structure of the flora by the regime of climate factors: Om – climate humidity; Kn – climate continentality. The arrow indicates the direction in which the factor intensity is increasing.

Фракційна структура та ступінь трансформації флори. Аналіз фракційної структури показав, що фітобіота заплавної частини території парку представлена 4 фракціями (рис. 5): атохтонними природними видами (193 види), апофітами (143 види), адвентивними видами (84 види) та созофітами (33 види).

Для оцінки ступеню трансформації флори був розрахований індекс синантропізації флори (IS). Індекс перерахований на відсотки:

$$IS = \frac{84 + 143}{456} \times 100 \% = 49,8 \%$$

Ступінь трансформації флори заплавної частини парку дещо нижчий, ніж його борової частини (Бондаренко, 2025), однак все ще залишається достатньо високим. Як і у попередньому випадку, трансформація фітобіоти відбувається переважно за рахунок автохтонних синантропних видів. На це вказують отримані розрахунки індексів апофітизації (IAp) та антропофітизації флори (IAn):

$$IAp = \frac{143}{456} \times 100 \% = 31,4 \%$$

$$IAn = \frac{84}{456} \times 100 \% = 18,4 \%$$

Втім, повну оцінку ступеню трансформації дослідженої ділянки заплави складно надати через брак інформації щодо аналогічних досліджень трансформації флори заплавної частини інших річкових долин на території Харківської області, Ми можемо порівнювати виключно з урбанofлорою м. Харків (Zviaghintseva et al., 2023; Звягінцева, 2017) та попередніми дослідженнями по боровій частині проєктованого парку (Бондаренко, 2025). Вочевидь, можна стверджувати, що ступінь трансформації, все ж, є високим – кожний другий вид належить до синантропної фракції. Основними

чинниками трансформації є: наявність автошляху регіонального значення на південній межі парку, рекреація, пожежі, наявність населених пунктів, сільське господарство та ін.

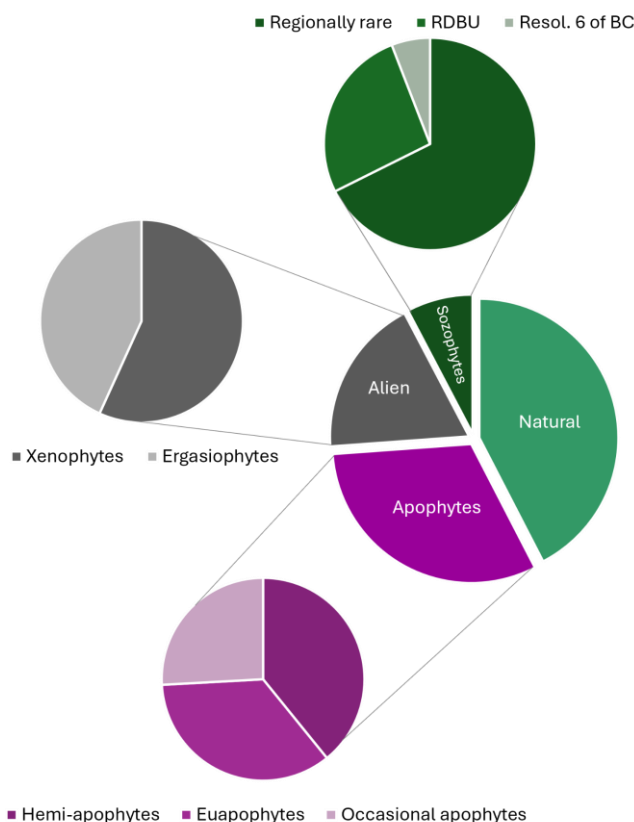


Рис. 5. Фракційна структура флори заплавної частини проєктованого Національного природного парку "Мжанський".

Fig. 5. The flora fractions of the floodplain part of the designed Mzhanskyi National Nature Park.

Адвентивна фракція флори. Географічний аналіз адвентивної фракції флори показав, що більшість чужорідних видів мають у широкому розумінні середземноморське (38 видів – 45,2 % від адвентивної фракції) або північноамериканське (28,6 % від адвентивної фракції) походження. Представники флор інших географічних регіонів траплялися меншою мірою. Аналіз за часом заносу показав, що більша частина чужорідних видів належить до групи кенофітів (44 види – 62,4 % від адвентивної фракції). Здебільшого вони є представниками північноамериканської флори. Археофітів виявлено 38 видів (45,2 % від адвентивної фракції флори). За способом заносу групи розподілились таким чином: 46 видів – ксенофіти (54,8 % від адвентивної фракції), 36 видів – ергазіофіти (42,9 % від адвентивної фракції). Отже, найбільших вплив на досліджену флору мають спонтанно занесені види з Північної Америки та Середземномор'я. Тенденція до збільшення числа адвентивних видів може зберігатися, адже наразі більша частина адвентивних видів це відносно нові елементи у флорі України та Харківської області.

На території заплавної частини проєктованого парку нами виявлено декілька інвазійних водних макрофітів. Зокрема, вздовж усього русла р. Мож у межах парку місцями сформовані монодомінантні або маловидові угруповання з *Elodea canadensis* Michx. Зарості цього виду виявлені як в руслових частинах річки, так і у рукавах та затоках. Найбільші площі подібних угруповань зосереджено в околицях сс. Миргороди, Артюхівка та Височинівка.

В околицях с. Водяхівка в районі гирла р. Ольшанка в руслі Мжі виявлено багаточисельну популяцію *Vallisneria spiralis* L. Цей вид також зафіксовано і в самій р. Ольшанка та, імовірно, саме звідти *V. spiralis* потрапила у Мжу. Крім цього, місцезростання виду відомі у Сіверському Дінці біля гирла р. Мож (Казарінова, 2015). Виявлені рослини були на стадії вегетації. Попри те, що вид має

охоронний статус у регіоні, у цьому дослідженні ми не враховували його у фракцію созофітів, оскільки він відноситься до адвентивної фракції флори (Дубина та ін., 2017).

Рідкісні та охоронювані види. Не зважаючи на доволі високий рівень трансформації флори, нами знайдено цілу низку созофітів, характерних для водних та перезволожених біотопів, що свідчить про збереженість екосистем у заплаві р. Мож. Під час дослідження зареєстровано місцезростання 33 видів, що мають різний рівень охорони. Серед них: 9 – включені до Червоної книги України (Перелік..., 2021), 2 – до Резолюції 6 Бернської конвенції (Convention..., 1979) та 22 види мають статус регіонально рідкісних у Харківській області (Рішення..., 2001). Перелік охоронюваних видів узагальнено у вигляді таблиці (табл. 1). Інформацію про деякі зі знахідок опубліковано раніше (Siranskyi & Bondarenko, 2024; Bondarenko, 2024; Бондаренко, 2023).

Таблиця 1. Созофіти проєктованого Національного природного парку “Мжанський”

№.	Назва виду Species name	ХО KhRR	ЧКУ 2021 RDBU 2021	Резол. 6 Resol. 6	App. CITES
1	<i>Anacamptis palustris</i> (Jacq.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase		+ (vulnerable)		+ II
2	<i>Bistorta officinalis</i> Raf.	+			
3	<i>Carex pseudocyperus</i> L.	+			
4	<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce	+			
5	<i>Cicuta virosa</i> L.	+			
6	<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soó		+ (unvalued)		+ II
7	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó s.l.		+ (vulnerable)		+ II
8	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh.		+ (rare)		+ II
9	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P.Fuchs	+			
10	<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz		+ (vulnerable)		+ II
11	<i>Equisetum pratense</i> L.	+			
12	<i>Gladiolus tenuis</i> M.Bieb.		+ (vulnerable)		
13	<i>Hottonia palustris</i> L.	+			
14	<i>Inula helenium</i> L.	+			
15	<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) Tod.	+			
16	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibth. & Sm.	+			
17	<i>Nymphaea alba</i> L.	+			
18	<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	+			
19	<i>Ostericum palustre</i> (Besser) Besser			+	
20	<i>Parnassia palustris</i> L.	+			
21	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth. (= <i>Batrachium foeniculaceum</i> Krecz.)	+			
22	<i>Ranunculus lingua</i> L.	+			
23	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.			+	
24	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+			
25	<i>Stipa borysthena</i> Klokov ex Prokudin		+ (vulnerable)		
26	<i>Stratiotes aloides</i> L.	+			
27	<i>Tragopogon donetzcicus</i> Artemczuk		+ (unvalued)		
28	<i>Utricularia</i> × <i>neglecta</i> Lehm. (=		+		

№.	Назва виду Species name	ХО KhRR	ЧКУ 2021 RDBU 2021	Резол. 6 Resol. 6	App. CITES
	<i>U. australis</i> R.Br. auct. non fl. Ukr.)		(vulnerable)		
29	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	+			
30	<i>Valeriana officinalis</i> L.	+			
31	<i>Valeriana wolgensis</i> Kazak. (= <i>V. nitida</i> Kreyer)	+			
32	<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	+			
33	<i>Viburnum opulus</i> L.	+			

Примітка: у шапці: ХО – перелік видів рослин, що підлягають охороні на території Харківської області (2001); ЧКУ 2021 – перелік рослин, що заносяться до наступного видання Червоної книги України (2001); Резол. 6 – види, що занесені до Резолюції 6 Бернської конвенції (2011); App. CITES – види, що включені до додатків I та II Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення.

Remarks: in the table head: KhRR – the list of species that are under protection in the Kharkiv Region (2001); RDBU 2021 – the list of species listed in the next edition of the Red Data Book of Ukraine (2021); Resol. 6 – the species included in the Resolution 6 of the Bern Convention; App. CITES – the species included in the Appendices I and II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

Ostericum palustre (Besser) Besser (рис. 6A) та *Salvinia natans* (L.) All. (рис. 6B), котрі включені до Резолюції 6 та Додатку 1 Бернської конвенції відповідно, на території проєктованого парку є досить поширеними та спорадично трапляються уздовж всієї заплавної частини долини та русла річки Мож.

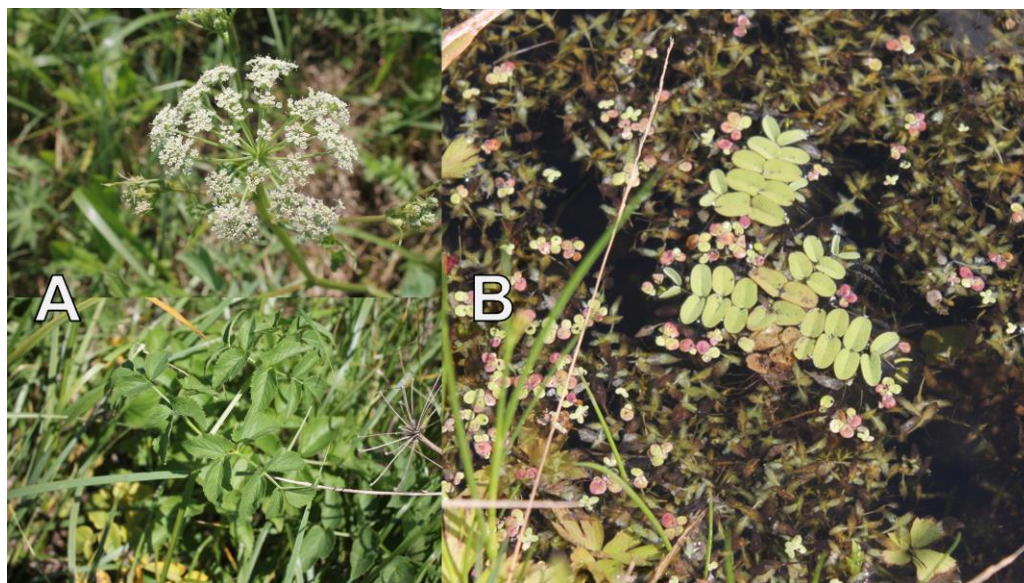


Рис. 6. Види Резолюції 6 Бернської конвенції, що трапляються у проєктованому Національному природному парку "Мжанський": *Ostericum palustre* (A.) та *Salvinia natans* (B.). Фото Георгія Бондаренка.

Fig. 6. The species that are included in Resolution 6 of the Bern Convention and occurring in the projected Mzhanskyi National Nature Park: *Ostericum palustre* (A.) and *Salvinia natans* (B.). Photo by Heorhii Bondarenko.

Також на дослідженій території виявлено декілька видів з родини Orchidaceae. Зокрема, спорадично по всій заплавної частині трапляється вид *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, який у парку представлений двома підвидами: типовим *D. incarnata* subsp. *incarnata* (рис. 7A) та *D. incarnata* subsp. *cruenta* (O.F.Müll.) P.D.Sell, який має бурувато-фіолетові плями на листках та приквітках. Різні

популяції цього виду представлені декількома десятками особин різних вікових груп, що розсереджені на відносно великих площах, або представлені малочисельними локалізованими групами по 3–7 особин. У більшості виявлених популяцій відмічались рослини з різними ознаками та ступенем ушкодження шкідниками та захворюваннями. Однак вікова структура популяцій та просторовий розподіл особин свідчить про те, що вони є доволі стабільними.

Також подекуди у заплаві проєктованого парку трапляються популяції *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W.Chase (рис. 7C). Вони зосереджені, головним чином, біля сс. Кукулівка, Тимченки та Миргороди і нижче за течією не реєструвалися. Популяції цього виду мають переважно локалізований характер і представлені декількома десятками особин. У всіх виявлених популяціях особини мали пригнічений вигляд через тривалі посушливі періоди у попередні роки. Подекуди на рослинах було виявлено ознаки ушкодження шкідниками та хворобами.

Біля с. Тимченки на ділянці заплави між руслом р. Мож та його рукавом трапляється міждодовий гібрид згаданих вище видів – $\times$ *Dactylocamptis uechtritiziana* (Haukskn.) B.Bock ex Peregrin & Kuzemko (рис. 7B). Уперше цю популяцію було виявлено у 2009 р. (Перегрим, Куземко, 2010) і наразі це залишається єдиним підтвердженням локалітетом цього гібриду в Україні. Ми повторно відшукали цю популяцію і перевірили наявність $\times$ *D. uechtritiziana*. Було виявлено близько 15 особин цього міждодового гібриду, що значно менше, ніж повідомлялося раніше (у 2009 р. їх було зафіксовано близько 40–50). Особини мали пригнічений вигляд через тривалу посуху у 2024 р. Формально $\times$ *D. uechtritiziana* не включений до жодних природоохоронних переліків, однак враховуючи те, що батьківські види мають охоронний статус загальнодержавного рівня та той факт, що це наразі єдина відома популяція гібриду в Україні, його слід взяти під охорону принаймні на регіональному рівні та розпочати моніторингові дослідження за станом цієї популяції.

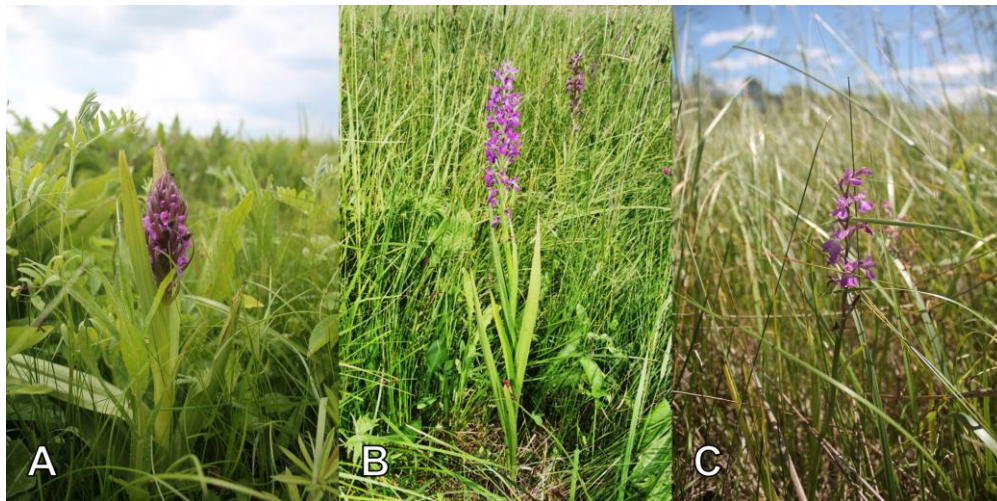


Рис. 7. Деякі представники родини Orchidaceae на території проєктованого НПП «Мжанський»: *Dactylorhiza incarnata* (A), $\times$ *Dactylocamptis uechtritiziana* (B) та *Anacamptis palustris* (C). Фото А, С Георгія Бондаренка; фото В Микити Перегрима.

Fig. 7. Some representatives of Orchidaceae family occurring in the designed Mzhanskyi National Nature Park: *Dactylorhiza incarnata* (A), $\times$ *Dactylocamptis uechtritiziana* (B) and *Anacamptis palustris* (C). Photo A and C by Heorhii Bondarenko; photo B by Mykyta Peregrym.

Біля с. Водяхівка у заплаві було виявлено фрагменти аренного степу, які сформувалися на піщаних наносах посеред луки. На цих піщаних наносах було виявлено низку типових псамофітних видів, серед яких, у тому числі, червонокнижний – *Stipa borysthena* Klokov ex Prokudin. На одній з дюн площа популяції склала близько 650 м². У цьому локалітеті *S. borysthena* виступала домінантом першого трав'яного ярусу, а щільність її популяції склала близько 15–20 дернин на м² (рис. 8). Серед можливих загроз для цього та інших видів у цьому районі слід відмітити регулярні весняні підпали сухотрав'я у весняний період. Такі пожежі виникають майже щорічно, зокрема, у поточному та минулому роках. Сліди пожеж були виявлені на пагонах *S. borysthena* та на інших рослинах навколо.

На піщаних ґрунтах в околицях сс. Утківка та Селекційне також виявлено інший псамофітний вид – *Tragopogon donetzicus* Artemczuk (рис. 9), який включений до Червоної книги України зі статусом "Неоцінений" (Перелік..., 2021). У виявлених локалітетах *T. donetzicus* зростав у придорожніх угрупованнях на сухих бідних піщаних ґрунтах. Місцями утворював невеликі скупчення. Імовірно, вид трапляється спорадично вздовж всієї території парку, оскільки цей вид було виявлено також поза межами парку на березі р. Сіверський Донець в районі гирла р. Мож (м. Зміїв). Втім, наразі підтверджені локалітети лише в околицях двох вищезгаданих населених пунктів.



Рис. 8. Популяція *Stipa borysthena* у заплаві р. Мож (околиці с. Водяхівка). Фото Георгія Бондаренка.
Fig. 8. The population of *Stipa borysthena* in the floodplain of the Mozh River (Vodiakhivka village vicinity). Photo by Heorhii Bondarenko.

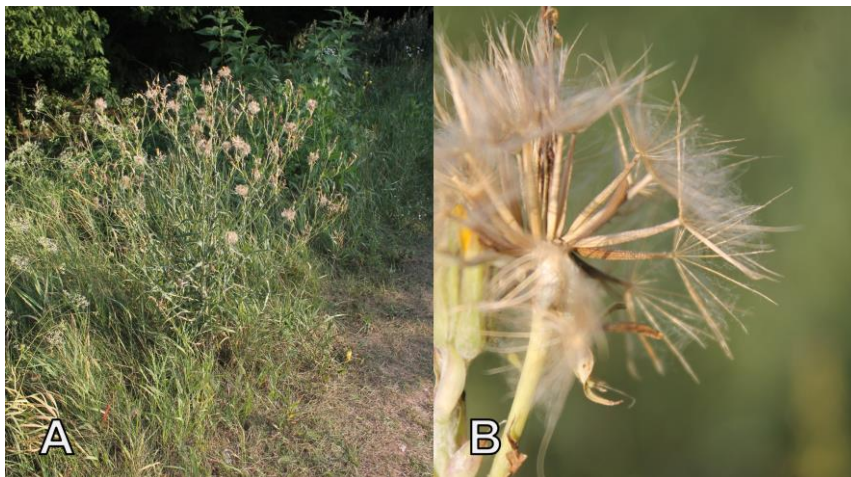


Рис. 9. *Tragopogon donetzicus*: загальний вигляд рослини (А.), плоди (В). Фото Георгія Бондаренка.
Fig. 9. *Tragopogon donetzicus*: the common habit of the plant (A), the fruits (B). Photo by Heorhii Bondarenko.

Крім того, на території заплавної частини проєктованого Національного природного парку "Мжанський" виявлено низку рідкісних у регіоні видів, які не мають фактичного охоронного статусу, однак які є перспективними для включення у наступне видання переліку регіонально рідкісних рослин Харківської області. Зокрема, до таких видів належить *Hippuris vulgaris* – рослина, яка на території Харківської області вважається зникаючою (Казарінова, 2019). На території парку було виявлено два локалітети цього виду, які знаходяться неподалік один від одного в околиця сс.

Артюхівка та Соколове. У одному з них *H. vulgaris* утворює щільні зарості (рис. 10) на невеликій глибині на піщаному дні.



Рис. 10. Зарості *Hippuris vulgaris* у руслі р. Мож. Фото Георгія Бондаренка (околиці с. Соколове, 26 квітня 2025 р.). **Fig. 10. The thickets of *Hippuris vulgaris* in the Mozh River.** Photo by Heorhii Bondarenko (Sokolove village vicinity; April 26, 2025).

До числа рідкісних у Харківській області видів також слід віднести та *Ranunculus polyphyllus* Waldst. & Kit. ex Willd. (рис. 11A) та *R. flammula* L. (рис. 11B), знахідки яких в області останніми роками одиничні (GBIF.org User, 2025a; GBIF.org User, 2025b). В останньому зведенні по флорі Харківської області (Gorelova & Alyokhin, 2002) *R. polyphyllus* не наводиться, хоча у більш ранніх публікаціях вид згадується (Czerniaew, 1859, p. 2; Naliwaiko, 1899, p. 100; Schirjaeff, 1913, p. 11; Širjaeff & Lavrenko, 1927, p. 90). У більш пізніх публікаціях (Рокитянський, Гамуля, 2021) автори повідомляють, що вид трапляється дуже рідко, посилаючись на більш ранні роботи, згадані вище, без вказівок на сучасні знахідки. Поширення другого виду в Україні зосереджено, головним чином, у Карпатах, на Поліссі, рідше – у Лісостепу. У Харківській області, вочевидь, знаходиться південна межа поширення *R. flammula*. Нами знайдені обидва види у вологому багні у пониженнях заплави.

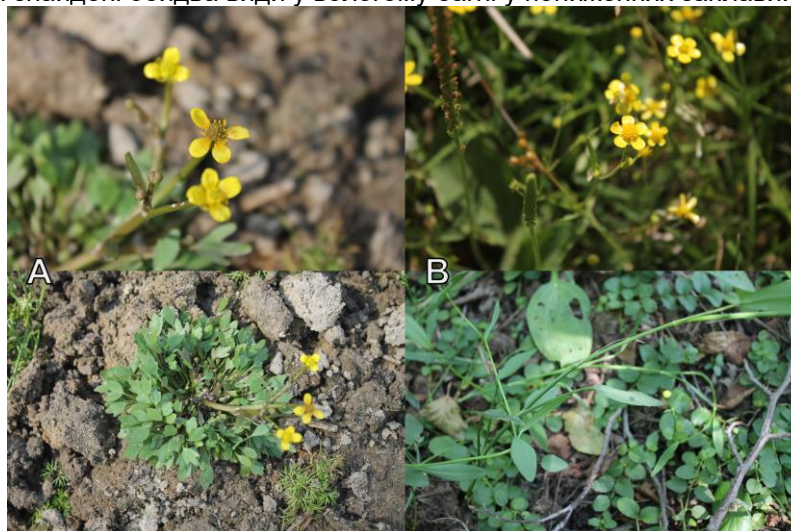


Рис. 11. Рідкісні у Харківській області представники роду *Ranunculus*: *R. polyphyllus* (A) та *R. flammula* (B). Фото Георгія Бондаренка. **Fig. 11. The representatives of *Ranunculus* genus that are rare in the Kharkiv Region: *R. polyphyllus* (A) та *R. flammula* (B).** Photo by Heorhii Bondarenko.

У руслі р. Мож в околицях с. Височинівка нами було зафіксоване місцезростання рідкісного виду *Ranunculus kauffmanii* P.Clerc (≡ *Batrachium kauffmanii* (P.Clerc) Ovcz.) (рис. 12). У літературі вказується (Prokudin et al., 1987), що цей вид зрідка трапляється по всій території України, однак за

даними GBIF (GBIF.org User, 2025c) та iNaturalist (iNaturalist, 2025) виявлений нами локалітет є наразі єдиною підтвердженою знахідкою виду в Україні (рис. 13), зробленою останніми роками. На рідкісність виду опосередковано може вказувати відсутність згадок про нього у флористичних роботах (Zvyagintseva, 2015; Gorelova & Alyokhin, 2002; Širjajeff & Lavrenko, 1927; Schirjaeff, 1913; Naliwaiko, 1899; Czerniaëw, 1859). Ревізія гербарних фондів *CWU* та *KW* підтверджують, що цей вид є рідкісним принаймні на території Харківської області. Вочевидь, вид має бореальний тип ареалу і на території досліджень знаходиться на південній межі свого розповсюдження. Враховуючи одиничні знахідки виду та існуючі для виду загрози (зокрема, часткове висихання русла у літній період), *R. kauffmannii* слід взяти під охорону, а у виявленому локалітеті – проводити моніторингові спостереження за динамікою популяції.

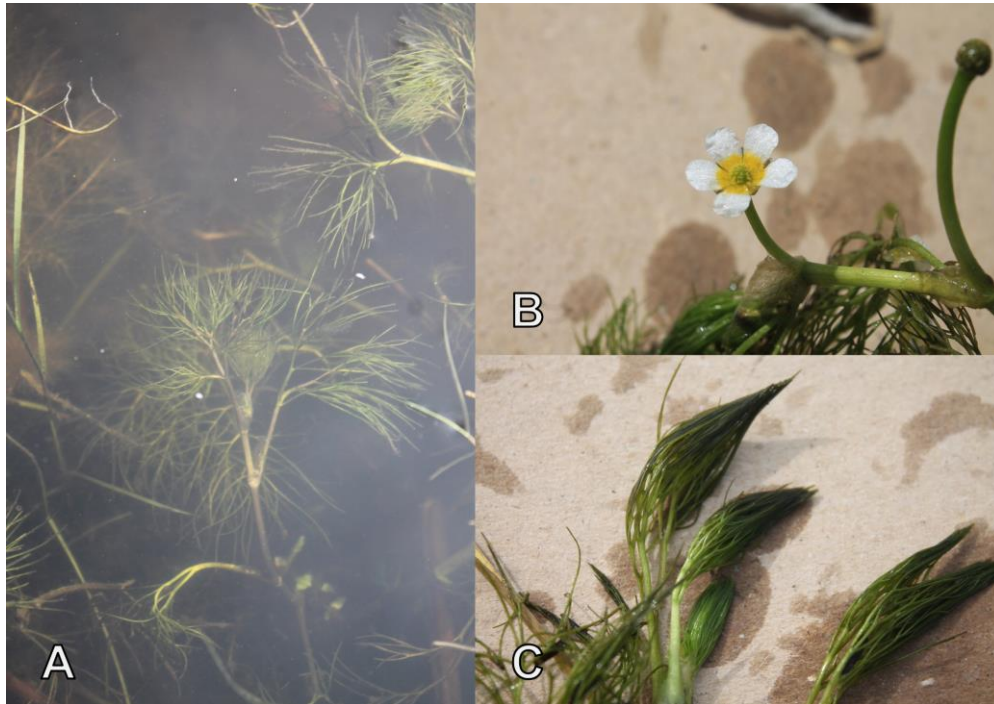


Рис. 12. *Ranunculus kauffmannii*: рослина у природному біотопі (А), квітка (В), листки (С).
Fig. 12. *Ranunculus kauffmannii*: the plant in the natural habitat (A); the flower (B), the leaves (C).



Рис. 13. Фрагмент мапи знахідок *Ranunculus kauffmannii* у світі (за даними GBIF, 2025). Червоною крапкою позначена знахідка на території проєктованого Національного природного парку "Мжанський". Fig. 13 The fragment of the map of the *Ranunculus kauffmannii* range (according to GBIF, 2025). The red spot indicates the record of the species in the territory of the projected Mzhanskyi National Nature Park.

Також уваги варті знахідки молодослідженого у Харківській області та в Україні загалом виду *Veronica catenata* Pennel (рис. 14А). В останніх чеклістах флори Харківської області (Gorelova &

Alyokhin, 2002) та України (Mosyakin & Fedoronchuk, 1999) вид не наводиться. За даними iNaturalist (iNaturalist, 2025) знахідки цього виду у Харківській області зосереджені, головним чином, у центральній частині регіону, зокрема у долині р. Мож. Імовірно, цей вид доволі поширений на території України та Харківської області зокрема, однак через зовнішню подібність його знахідки, імовірно, часто помилково відносили до близького виду *V. anagallis-aquatica* L. (рис. 14В). Основні відмінності між цими двома видами полягають у кольорі віночка, який у *V. catenata* має рожевий відтінок, а у *V. anagallis-aquatica* – блакитний або бузковий. Також у *V. catenata* листки мають цільний або злегка пилчастий край листової пластинки, однакової довжини або дещо коротші за приквітки квітконіжки, у той час як у *V. anagallis-aquatica* край листової пластинки пилчастий, а квітконіжки рівні або дещо більші за відповідні приквітки (Albach, 2020).



Рис. 14. Представники роду *Veronica*: *V. catenata* (А) та *V. anagallis-aquatica* (В). Фото Георгія Бондаренка.
Fig. 14. The representatives of the *Veronica* genus: *V. catenata* (A) and *V. anagallis-aquatica* (B). Photo by Heorhii Bondarenko.

Висновки

За результатами проведених досліджень заплавної частини проєктованого Національного природного парку “Мжанський” встановлено, що його флора складає 457 видів, підвидів та гібридів. Це близько третини відомої на сьогоднішній флори Харківської області. Така значна репрезентативність різноманіття свідчить про важливість майбутнього парку для збереження біорізноманіття регіону.

За систематичною структурою флора має характерний для регіону розподіл за родинami: Asteraceae (61 вид – 13,4 %), Poaceae (42 види – 9,2 %), Fabaceae (24 види – 5,3 %), Cyperaceae (23 види – 5,0 %), Lamiaceae (22 види – 4,8 %), Plantaginaceae s.l. та Ranunculaceae (по 18 видів – 3,9 % у кожній), Brassicaceae та Rosaceae (по 15 видів – 3,3 % у кожній). Схожий розподіл таксонів зафіксовано і для борової частини проєктованого парку, і для більшості інших досліджених територій регіону.

За результатами фракційного аналізу та розрахунку індексу синантропізації встановлено, що флора проєктованого НПП “Мжанський” піддається сильній трансформації ($IS = 49,8\%$). Втім трансформація фітобіоти відбувається, головним чином, за рахунок автохтонних синантропних видів, а не чужорідних. Частка адвентивних для України та Харківської області видів складає 18,4 % від дослідженої флори. Цей показник менший за загальноукраїнський та ніж у локальних флор Харківщини, що досліджені, однак, залишається відносно високим. Основними факторами трансформації фітобіоти проєктованого парку є: рекреація, випас худоби, вирощування чужорідних

рослин на присадибних ділянках та, у тому числі, у руслі річки, зміни екологічних режимів та ін. Серед фітоценоотично активних чужорідних видів, нами виявлено такі водні макрофіти як *Elodea canadensis* та *Vallisneria spiralis*, які місцями створювали густі зарості у руслі та затоках.

Не зважаючи на достатньо високий ступінь трансформації флори, заплавна частина території, що пропонується під охорону, все ж, має цілком природний вигляд зі слабо порушеними ландшафтами. Причиною цьому є звивистість русла річки, наявність численних заток, рукавів та заплавних водойм та значна заболоченість території, що створює умови для зростання рідкісних видів рослин та сприяє їх збереженню. Нами було виявлено місцезростання 33 видів, що підлягають охороні на різних рівнях: від регіонального до міжнародного. Серед них: 9 – включені до Червоної книги України (*Anacamptis palustris*, *Dactylorhiza fuchsii*, *D. incarnata*, *D. majalis*, *Epipactis palustris*, *Gladiolus tenuis*, *Stipa borysthena*, *Tragopogon donetzicus*, *Utricularia* × *neglecta*), 2 – до Резолюції 6 Бернської конвенції (*Ostericum palustre* та *Salvinia natans*) та 22 види охороняються у Харківській області як регіонально рідкісні (*Cicuta virosa*, *Inula helenium*, *Parnassia palustris*, *Ranunculus lingua*, *Stratiotes aloides* та ін.). Також серед виявлених видів були ті, що у Харківській області є рідкісними, однак, які не мають фактичного охоронного статусу, зокрема, *Carex rostrata* Stokes, *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A.Mey., *Gratiola officinalis* L., *Hippuris vulgaris* L., *Klasea lycopifolia* (Vill.) Á.Löve & D.Löve, *Limonium alutaceum* (Steven) Kuntze, *Ranunculus flammula* L., *R. kauffmannii* P.Clerc, *R. polyphyllus* Waldst. & Kit. ex Willd., *Scrophularia oblongifolia* Loisel. та ін. Наявність такої великої кількості охоронюваних і рідкісних видів підкреслює гостру необхідність взяття цієї території під охорону у мережі Природно-заповідного фонду України.

Подяки

Автори висловлюють подяку В.Ю. Сіранському (Харківський національний університету імені В.Н. Каразіна) та завідувачу кафедри ботаніки та екології рослин Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна А.Б. Громаковій за допомогу у зборі матеріалів та наданні фотографії. Також дякуємо Д.А. Давидову, І.Г. Ольшанському (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України) та О.Р. Баранському (Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України) за допомогу у визначенні деяких таксонів. Висловлюємо подяку Ю.Г. Гамулі за загальне керівництво дослідженням та роботу над рукописом статті. Щиро вдячні анонімним рецензентам за слушні зауваження, які підвищили якість статті. І далеко не в останню чергу, дякуємо Збройним Силам України та всім, хто щодня захищає Україну, віддаючи свої здоров'я та життя.

Література / References

- Алексєєв А.Д. (1960). Індикаторна роль лучної рослинності заплавних лук басейну Сіверського Дінця. *Щорічник Українського ботанічного товариства*, 2: 26–27. [Alekseev A.D. (1960). The indicator role of the meadow vegetation of the floodplain of the Siverskyi Donets River. *Annals of the Ukrainian Botanical Society*, 2: 26–27 (in Ukrainian)].
- Атемасова Т.А., Атемасов А.А., Вітер С.Г., Гамуля Ю.Г., Дрогваленко О.М., Полчанінова Н.Ю., Прилуцький О.В., Сінна О.І., Терехова В.В. (2021). Матеріали до створення регіонального ландшафтного парку «Смарагдове джерело» (Харківська область, Україна). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 37, 95–130. [Atemasova T.A., Atemasov A.A., Viter S.G., Gamulya Yu.G., Droghvalenko O.M., Polchaninova N.Yu., Prylutskyi O.V., Sinna O.I., Terekhova V.V. (2021). Materials to the creation of the Regional Landscape Park 'Smaragdove Dzhherelo' (Kharkiv Region, Ukraine). *The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 37, 95–130. (in Ukrainian)]. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2021-37-9>
- Безроднова О.В., Бондаренко З.С., Брусенцова Н.О., Іванова К.Ю. (2024). Створення ландшафтного заказника місцевого значення "Березівський" як складова збереження природних ландшафтів, біотопічного і видового різноманіття Північного Сходу України. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 43, 116–131. [Bezrodnova O.V., Bondarenko Z.S., Brusentsova N.O., Ivanova K.Yu. (2024). Creation of the "Berezivskyi" landscape reserve of local importance as a component of preservation of natural landscapes, biotopes and species diversity of the Northeast of Ukraine. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 43, p. 116–131] <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-43-10>
- Безроднова О.В., Клєщ А.А. (2019). Рослинний покрив прибережної та берегової зон лісових боліт НПП «Слобожанський» (особливості структури та напрямки трансформації). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 32, 5–17. [Bezrodnova O.V., Klieshch A.A. (2019). Vegetation cover of riparian and coastal zones of forest swamps in the Slobozhansky

- National Nature Park (structural features and direction of transformation). *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 32, 5–17 (in Ukrainian)]. DOI: 10.26565/2075-5457-2019-32-1
- Безроднова О.В., Клець А.А., Ларіонова А.М., Голуб В.Р. (2020). Рослинні угруповання перезволожених біотопів у складі генерального профілю №1 НПП «Слобожанський». *Охорона довкілля: зб. наук. статей XVI Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 29 жовтня 2020 р.)*. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 10–12.
- Безроднова О.В., Тимочко І.Я., Сенчило О.О., Соломаха В.А. (2021). Лісотипологічні та ботанічні особливості об'єкта Смарагдової мережі «Долина річки Мож». *Агроекологічний журнал*, 1, 54–67. [Bezrodnova O.V., Tymochko I.Ya., Senchylo O.O., Solomakha V.A. (2021). Forest types and botanical peculiarities of the Emerald Network object Mozh River valley. *Agroecological Journal*, 1, 54–67. (in Ukrainian)] <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227240>
- Білик Г.І. (1974). Заплавні луки р. Вовчої (ліва притока р. С. Дінця). *Ботанічний журнал АН УРСР*, 4: 113–119. (Bilyk H.I. (1974). The floodplain meadows of the Vovcha River (the left tributary of the S. Donets River). *The Botanical Journal of the Academy of Science of USSR*, 4: 113–119. (in Ukrainian)].
- Бондаренко Г.М. (2023). *Знахідки рідкісних та охоронюваних видів рослин водних та перезволожених біотопів долини р. Мжа (Харківська область)*. Матеріали Шостої міжнародної науково-практичної конференції «Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень» (12–13 жовтня 2023 р., смт Путила, Чернівецька область, України). [Bondarenko H.M. (2023). *The records of the protected and rare plant species growing in the aquatic and wet biotopes of the Mozh River's basin (Kharkiv Region)*. Proceedings of the 6th International Scientific-Practice Conference “Regional Aspects of the Floristic and Faunistic Research” (October 12–13, Putyla, Chernivtsi Region, Ukraine). (in Ukrainian)].
- Бондаренко Г.М. (2025). Флора проєктованого Національного природного парку «Мжанський» (Харківська область). Частина 1: борові комплекси. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 44, 140–180. [Bondarenko H.M. Flora of the projected Mzhanskyi National Nature Park (Kharkiv Region). Part 1: pinewood complexes. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology*, 44, 140–180 (in Ukrainian)].
- Гамуля Ю.Г., Бітюцька В.В., Лосєва Н.Л. (2017). Фітосозологічна оцінка флори перспективного ботанічного заказника місцевого значення «Западне» (Дворічанський район, Харківська область). *Біологія та валеологія*, 19: 98–106. [Gamulya Yu.G., Bityutska V.V., Loseva N.L. Phytosozological evaluation of the flora of a perspective botanical reserve of local significance “Zapadne” (Dvurechansky district, Kharkiv Region). *Biology & Valeology*, 19: 98–106. (in Ukrainian)].
- Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Дворецький Т.В., Золотарьова О.К., Таран Н.Ю., Мосякін А.С., Ємельянова С.М., Казарінова Г.О. (2017). Інвазійні водні макрофіти. *Український ботанічний журнал*, 74(3), 248–262 [Dubyna D.V., Dziuba T.P., Dvoretzkiy T.V., Zolotariova O.K., Taran N.Yu., Mosyakin A.S., Iemelianova S.M., Kazarinova G.O. Invasive aquatic macrophytes of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 74(3), 248–262 (in Ukrainian)]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.03.248>
- Екологічний паспорт Харківської області. 2023 рік. (2024). Харківська обласна військова адміністрація. [Ecological passport of the Kharkiv Region. 2023. (2024b). Kharkiv Regional Military Administration (in Ukrainian)].
- Звягінцева К.О. (2017). *Оцінка ступеня антропогенної трансформації урбанofлори Харкова*. Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища: збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (м. Київ, 25–26 травня 2017 р.). Київ: ДУ «ІЕЕ НАН України». [Zviagintseva K.O. (2017). *Assessment of the degree of anthropogenic transformation of the urban flora of Kharkiv*. Problems of Ecology and Evolution of Ecosystems in Conditions of Transformed Environment: Proceedings of the 1st International Scientific-Practice Conference of Young Scientists (Kyiv, May 25–26, 2017). Kyiv: SI “IEE of NAS of Ukraine” (in Ukrainian)].
- Звягінцева К.О. (2020). Матеріали до створення ботанічного заказника «Новоожанівський» (м. Харків, Україна). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 35, 16–23. [Zviagintseva K.O. (2020). Materials to the creation of the botanical preserve of local importance «Novozhanivskyi». *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series “Biology”*, 35, 16–23. (In Ukrainian)] <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2020-35-2>
- Казарінова Г.А. (2015). Синтаксономія, антропогенна динаміка та охорона вищої видної рослинності долини р. Сіверський Донець. *Автореферат дис. канд. біол. наук*. Київ. [Kazarinova H.O. Syntaxonomy, anthropogenic transformation and protection of the higher aquatic vegetation of the Siverskyi Donets River valley. *Abstract of the thesis of a candidate of biological sciences*. Kyiv.
- Казарінова Г.О. (2019). Охорона вищої водної флори у Харківській області. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 32, 18–25. [Kazarinova H.O. (2019).

- Conservation of higher aquatic flora in the Kharkiv Region. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 32, 18–25. (In Ukrainian)] <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2019-32-2>
- Клімов О.В., Вовк О.Г., Філатова О.В. та ін. (2005). *Природно-заповідний фонд Харківської області*. Харків: Райдер. 304 с. [Klimov O.V., Vovk O.G., Filatova O.V. et al. (2005). *Nature-Reserve Fund of the Kharkiv Region*. Kharkiv: Raider. 304 p. (in Ukrainian)].
- Переґрим М.М., Куземко А.А. (2010). Новий для флори України міхродовий гібрид × *Dactylocamptis uechtritzi* (Hausskn.) B.Bock ex Peregrym & Kuzemko, comb. nov. (*Orchidaceae*). *Український ботанічний журнал*, 67(5), 665–661. [Peregrym M.M., Kuzemko A.A. (2010). New infragenic hybrid in the flora of Ukraine × *Dactylocamptis uechtritzi* (Hausskn.) B.Bock ex Peregrym & Kuzemko, comb. nov. (*Orchidaceae*). *Ukrainian Botanical Journal*, 67(5), 665–661 (in Ukrainian)].
- Перелік видів рослин, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ). (2021). Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України 15 лютого 2021 року No 111 [A list of plant and fungi species listed in the Red Book of Ukraine (Plant world) and excluded from the Red book of Ukraine (Plant world). (2021). Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine February 15, 2021 No 111. (In Ukrainian)].
- Проект Закону про території Смарагдової мережі. (2025). Верховна Рада України. Офіційний веб-портал. [Project of the Law About Territories of the Emerald Network. (2025). Verkhovna Rada of Ukraine. Official website (in Ukrainian)] http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=70592
- Рішення Харківської обласної ради XVIII сесії XXIII скликання від 25 вересня 2001 року «Про Перелік видів рослин, що підлягають особливій охороні на території Харківської області». [Decision of the XXIII Convocation of the Kharkiv Regional Council of the XVIII Session dated September 25, 2001 "On the List of Plant Species Subjected to Special Protection in the Kharkiv Region" (in Ukrainian)].
- Рокитянський А.Б., Гамуля Ю.Г. (2021). Флора водойм східної частини Дніпровсько-Донецької западини. *Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 37, 20–42. [Rokityanskyi A.B., Gamulya Yu.G. (2021). Flora of water bodies in the eastern part of the Dnieper-Donetsk depression. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Biology"*, 37, 20–42. (In Ukrainian)]. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2021-37-2>
- Albach, D.C. (2020). *Veronica* Linnaeus. In: Flora of North America. <https://floranorthamerica.org/Veronica> (Accessed: May 20, 2025).
- Alekseev A.D. (1947). The floodplain meadows of the Kharkiv Region. Report 1. *Bulletin of the Kharkiv Agriculture Institute*, 6(43): 95–98.
- Atemasov A.A., Atemasova T.A. (2000). *The records of the rare bird species in the Siverskyi Donets River's basin*. Proceedings of the 6th and 7th Conference "The Study and Protection of The Birds of the Siverskyi Donets River's basin (Donetsk, 2000), 6–7: 70–71.
- Bondarenko H.M. (2023). *About finds of some understudied in Kharkiv Region alien plants in Mzha River's basin*. Advances in Botany and Ecology. Proceedings of the International Conference of Young Scientists (Ivano-Frankivsk, September 27–30, 2023). Ivano-Frankivsk: Suprun V.P.
- Bondarenko, H. (2024). *The vascular plants in the flora of the Mozh River's basin included in the Red Data Book of Ukraine and Bern Convention*. Proceedings of the 15th Congress of the Ukrainian Botanical Society (30 September — 4 October, 2024, Ivano-Frankivsk, Ukraine). Odesa: Publishing house "Helvetica".
- CITES. (2024). Checklist of CITES Species. <https://checklist.cites.org/#/en> (Accessed: December 6, 2024).
- Chernaya G.A. (1982). Aquatic plants of the Siverskyi Donets River's basin. *Abstract of the thesis of a candidate of biological sciences*. Kyiv.
- Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. (1979). Bern, 1979. <https://www.cms.int>
- Czerniaew B.M. (1859). *Synopsis of plants growing wild and cultivated in the vicinity of Kharkov and Ukraine*. Publishing house of Kharkiv University. 90 p.
- Didukh Ya.P. (2011). The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre. 176 p.
- Dobrochayeva D.N., Kotov M.I., Prokudin Yu.N. et al. (1987). *The determinant of higher plants of Ukraine*. Kiev: Naukova dumka. 548 p.
- Drulyova I.V. (1982). *Orchids of the Kharkiv Region*. Proceedings of the 7th Congress of the Ukrainian Botanical Society (Kyiv, 1982).
- Dvirna T.S. (2014). Adventive fraction of the flora of the Romensko-Poltavsky geobotanical district: Analysis and synopsis. *Phytodiversity of Eastern Europe*, VIII(1), 4–19.
- Esilevskaya M.A., Krivitskiy I.A., Lisetskiy A.S. (1986). About the protection of the wetlands and forest ornithocomplexes in the Izium District of the Kharkiv Region. *The Journal of the Kharkiv University*, 288: 88–90.

- GBIF.org. (2025). GBIF Home Page. <https://www.gbif.org> (Accessed: 10 May 2025).
- Gorelova L.M. (1987). Flora and vegetation in the middle flow of the Siverskyi Donets River's basin. *The Journal of the Kharkiv University*, 308: 8–16.
- GBIF.org User. (2025a). Occurrence Download (c. 48490) [Text/tab-separated-values,application/zip]. The Global Biodiversity Information Facility. <https://doi.org/10.15468/dl.gm5anx>
- GBIF.org User. (2025b). Occurrence Download [Text/tab-separated-values,application/zip]. The Global Biodiversity Information Facility. <https://doi.org/10.15468/dl.dvebtk>
- GBIF.org User. (2025c). Occurrence Download [Text/tab-separated-values,application/zip]. The Global Biodiversity Information Facility. <https://doi.org/10.15468/DL.286MXB>
- Gorelova L.M., Alyokhin O.O. (2002). *Vegetation of Kharkiv region: Essay on vegetation, protection issues, annotated list of vascular plants*. Kharkiv: Publishing centre of V.N. Karazin Kharkiv National University. 231 p.
- Gratiola officinalis* L. in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> (Accessed 15 May 2025).
- iNaturalist. (2025). Home Page. <https://www.inaturalist.org/home> (Accessed: 15 May 2025).
- IUCN. (2024). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/> (Accessed: 16 April 2025).
- Kornas J.A. (1968). A geographical-historical classification of synanthropic plants. *Mater. Zasl. Fitosoc. Stos. UW*, 25, 33–41.
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist*. M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine. Kiev: Naukova dumka, 345 p.
- Naliwaiko P.N. (1899). Catalogus plantarum sponte nascentium, quas annis 1891–97 circa Charkowiam collegit. *Bulletin of the Society of Naturalists of The Kharkiv University*, 33, 83–232.
- POWO. (2025). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Accessed: 26 May 2025).
- Prokudin Yu.N., Dobrochayeva D.N., Zaverukha B.V., Chopik V.I., Protopopova V.V., Krytzkaya L.I. (eds.). (1987). *Determinant of the higher plants of Ukraine*. Kyiv: Naukova Dumka, 548 p.
- Protopopova V.V., Dobrochayeva D.N. (eds.) (1991). *Synanthropic flora of Ukraine and its ways of development*. Kyiv: Naukova Dumka, 204 p.
- Protopopova V.V., Shevera M.V. (2014). Ergaziophytes of the Ukrainian flora. *Biodiv. Res. Conserv.*, 35, 31–46. <https://doi.org/10.2478/biorc-2014-0018>
- QGIS. (2024). QGIS Home Page. <https://qgis.org/en/site/>
- Ranunculus flammula* L. in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> (Accessed 15 May 2025).
- Ranunculus kauffmannii* P.Clerc in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> (Accessed 15 May 2025).
- Ranunculus polyphyllus* Waldst. & Kit. ex Willd. in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> (Accessed 15 May 2025).
- Schirjaeff G.I. (1913). Materials for the flora of the Kharkov province. *Proceedings of the Society of Naturalists of Kharkov University*, 46, 41–66.
- Shynder O., Negrash J. (2021). Checklist of the flora of the vicinity of Balakliya (Kharkiv region, Ukraine): native and alien taxa, distribution of rare plants, new findings. *Plant Introduction*, 89/90, 13–71. <https://doi.org/10.46341/PI2020043>
- Širjaef G., Lavrenko E. (1927). *Conspectus criticus florum provinciae Charkoviensis. Pars I: Pteridophyta et Monocotyledones*. Brunae. 103 p. (in Latin)
- Siranskyi V., Bondarenko H. (2024). *Records of regionally rare vascular plant species in the Mozh River basin (Kharkiv Region)*. Proceedings of the 15th Congress of the Ukrainian Botanical Society (30 September — 4 October, 2024, Ivano-Frankivsk, Ukraine). Odesa: Publishing house “Helvetica”.
- Tokarskaya N.V., Tokarskii V.A., Bezrodnova O.V. (2017). Perspective National Nature Park “Mzhanskyi”. *Sci. Bull. Uzhhorod Univ. (Ser. Biol.)*, 43, 81–89.
- UkrBIN. (2025). UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. <https://www.ukrbin.com> (Accessed: January 20, 2025).
- Updated list of officially adopted Emerald Network sites. (2024). Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (44th meeting, Standing Committee, 2–6 December). Strasbourg: Council of Europe.
- Zvyagintseva K.O. (2015). *An annotated checklist of the urban flora of Kharkiv*. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. 96 p.

Анотований перелік флори заплавної частини проєктованого
 Національного природного парку "Мжанський"
 An annotated list of the flora of the projected
 Mzhanskyi National Nature Park: floodplain part

CRYPTOGAMEN

1. Equisetaceae

1. *Equisetum arvense* L. – хвощ польовий. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** mesophyte; acidophile; semi-eutrophe; hemi-nitrophile; semi-aridophyte; hemi-continental; sub-heliophyte. RuPr; euapophyte.
 2. *Equisetum fluviatile* L. – хвощ багновий. **Range:** Holarctic. **Ecol.:** per-hyrophite; neutrophile; semi-eutrophe; nitrophile; meso-ombrophite; hemi-continental; sub-heliophyte. AqPal.
 3. *Equisetum pratense* L. – хвощ лучний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Mesotrophe; Nitrophile; Semi-ombrophite; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrSylPal.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

2. Ophioglossaceae

4. *Ophioglossum vulgatum* L. – вужачка звичайна. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** hyhro-mesophyte, neutrophile, mesotrophe, hemi-nitrophile, sub-aridophyte, hemi-oceanic, hemi-scyophyte. Pr.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

3. Aspleniaceae (incl. Onocleaceae)

5. *Onoclea struthiopteris* (L.) Roth (≡ *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.) – страусове перо звичайне. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Per-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Semi-ombrophite; Sub-continental; Sub-heliophyte.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

4. Dryopteridaceae

6. *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs – щитник остистий. **Range:** CBor. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Semi-aridophyte; Hemi-oceanic; Hemi-scyophyte. PalSyl.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

5. Salviniaceae

7. *Salvinia natans* (L.) All. – сальвінія плаваюча. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Aq.
*****Protection:** Resol. 6 BC.

6. Thelypteridaceae

8. *Thelypteris palustris* Schott – теліптерис болотяний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhrophite; Sub-acidophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPal.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

SPERMATOPHYTA
 GYMNOSPERMAE

7. Pinaceae

9. *Pinus sylvestris* L. – сосна звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophite; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Syl; hemiapophyte.

ANGIOSPERMAE
 Basal Angiospermae (incl. Ceratophyllales)

8. Aristolochiaceae

10. *Aristolochia clematitis* L. – хвилівник звичайний. **Range:** Eu-WSib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophite; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrSylRu; hemiapophyte.

9. Ceratophyllaceae

11. *Ceratophyllum demersum* L. – кушир занурений. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile;

Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.

10. Nymphaeaceae

12. *Nuphar lutea* (L.) Sibth. & Sm. – глечики жовті. **Range:** NAF-Euras. **Ecol.:** Hydrophte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Aq.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

13. *Nymphaea alba* L. – латаття біле. **Range:** NAF-Eu-Sib. **Ecol.:** Hydrophte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Aq.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

Magnoliopsida

11. Amaranthaceae s.l. (incl. Chenopodiaceae)

14. *Amaranthus retroflexus* L. – щириця запрокинута. **Range:** CAm. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAM; xenophyte; kenophyte.

15. *Atriplex oblongifolia* Waldst. & Kit. – лутига видовженолиста. **Range:** EuSib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru, euapophyte.

16. *Atriplex prostrata* Boucher ex DC. – лутига лежача. **Ecol.:** Hydro-mesophyte; Sub-basophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** IT; ergasiophyte; kenophyte.

17. *Atriplex tatarica* L. – лутига татарська. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-As; xenophyte; kenophyte.

18. *Bassia laniflora* (S.G.Gmel.) A.J.Scott (≡ *Kochia laniflora* (S.G.Gmel.) Borbás) – мительник вовнистоцвітний. **Range:** MedT-WAs. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte Continental; Sub-heliophyte. Ps. **Adventive:** Med-IT; xenophyte; kenophyte.

19. *Chenopodium album* L. – лобода біла. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru; euapophyte.

20. *Corispermum hyssopifolium* L. – верблюдка гісополиста. **Range:** Med. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Heliophyte. Ps. **Adventive:** Med; xenophyte; kenophyte.

21. *Oxybasis rubra* (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch (≡ *Chenopodium rubrum* L.) – лобода червона. **Range:** ?Holarct. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrRu. **Adventive:** CEu; xenophyte; kenophyte.

12. Apiaceae

22. *Angelica archangelica* L. (≡ *Archangelica officinalis* Hoffm.) – дягель лікарський. **Range:** Bor. **Ecol.:** Hydrophte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr.

23. *Angelica sylvestris* L. – дудник лісовий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hydrophte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrSyl; occasional apophyte.

24. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. – буги́ла лісова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hydro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuPrSyl; occasional apophyte.

25. *Cicuta virosa* L. – ві́ха отруйна, цику́та отруйна. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hydrophte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pal.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

26. *Conium maculatum* L. – болиголов плямистий. **Range:** Sub-Med-WAs. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** Eu-WAs; xenophyte; archeophyte.

27. *Daucus carota* L. – морква дика. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; euapophyte.

28. *Eryngium campestre* L. – миколайчики польові. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. RuStPr; hemiapophyte.

29. *Eryngium planum* L. – миколайчики пласкі. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuPr; occasional apophyte.

30. *Heracleum sibiricum* L. – борщівник сибірський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hydrophte; Sub-acidophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPrRu; hemiapophyte.

31. ***Oenanthe aquatica*** (L.) Poir. – омега водяна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.
32. ***Ostericum palustre*** (Besser) Besser (≡ *Angelica palustris* (Besser) Hoffm.) – маточник болотняний, дягель болотняний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
- *****Protection:** Resol. 6 BC.
33. ***Pastinaca sativa*** L. – пастернак посівний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
34. ***Sium latifolium*** L. – вех широколистий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.
35. ***Sium sisarum*** L. – вех солодкокореневий. **Range:** Eu-Was. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pal.

13. Asteraceae

36. ***Achillea micrantha*** Willd. – деревій дрібноцвітий. **Range:** Pont-Casp. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.
37. ***Achillea millefolium*** L. (= *A. submillefolium* Klokov & Krytzka) – деревій звичайний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrRu; hemiapophyte.
38. ***Ambrosia artemisiifolia*** L. – амброзія полинолиста. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAm; ergasio-xenophyte; kenophyte.
39. ***Anthemis ruthenica*** M.Bieb. – роман руський. **Range:** EEu. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ps; hemiapophyte.
40. ***Arctium × mixtum*** (Simonk.) Nyman (hybrid: *A. minus* (Hill) Bernh. × *A. tomentosum* Mill.) – лопух змішаний. **Range:** Eu. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
41. ***Arctium lappa*** L. – лопух справжній. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
42. ***Arctium minus*** (Hill) Bernh. – лопух малий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
43. ***Arctium tomentosum*** Mill. – лопух повстистий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. SilPrRu; euapophyte.
44. ***Artemisia absinthium*** L. – полин гіркий. **Range:** WAs. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** IT; xenophyte; archeophyte.
45. ***Artemisia austriaca*** Jacq. – полин австрійський. **Range:** EEu-WSib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuPs; hemiapophyte.
46. ***Artemisia vulgaris*** L. – полин звичайний. **Range:** ?Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru; euapophyte.
47. ***Bidens cernua*** L. – череда поникла. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydrophyte, Sub-acidophile, Eutrophe, Eunitrophile, Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal; occasional apophyte.
48. ***Bidens frondosa*** L. – череда олиственна. **Range:** NAm. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrPalRu. **Adventive:** NAm; xenophyte; kenophyte.
49. ***Bidens tripartita*** L. – череда тридільна. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal; hemiapophyte.
50. ***Calendula officinalis*** L. – нагідки лікарські, календула лікарська. **Ecol.:** CulRu. **Adventive:** MedT; ergasiophyte; kenophyte.
51. ***Carduus acanthoides*** L. – будяк звичайний, будяк акантовидний. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** MedT; xenophyte; archeophyte.
52. ***Carduus crispus*** L. – будяк кучерявий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.
53. ***Centaurea jacea*** L. – волошка лучна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.
54. ***Centaurea majorovii*** Dumbadze – волошка Майорова. **Range:** EEu. **Ecol.:** Ps.

55. *Cichorium intybus* L. – Петрові батого звичайні, цикорій дикий. **Range:** Med-WAs. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-IT; xenophyte; archeophyte.
56. *Cirsium arvense* (L.) Scop. – осот польовий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. StPrRu; euapophyte.
57. *Cirsium canum* (L.) All. – осот сірий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrPal,
58. *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A.Mey. – осот їстівний. **Range:** EEu-As. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-basophile; Glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrHal. **Rare.**
59. *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. – осот овочевий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPal. **Rare.**
60. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. – осот звичайний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrRu; euapophyte.
61. *Crepis tectorum* L. – скереда покривельна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PsRu; euapophyte.
62. *Erigeron annuus* (L.) Pers. (≡ *Stenactis annua* (L.) Cass. ex Less.) – злинка однорічна. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.
63. *Erigeron canadensis* L. – злинка канадська. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAm; xenophyte; kenophyte.
64. *Eupatorium cannabinum* L. – сідач конопляний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
65. *Euphrosyne xanthiifolia* (Nutt.) A.Gray (≡ *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen.; ≡ *Iva xanthiifolia* Nutt.) – чорнощир нетреболистий. **Ecol.:** Ru. **Adventive:** NAm; xenophyte; kenophyte.
66. *Gaillardia pulchella* Foug. – полум'янка гарна, гайлардія гарна. **Ecol.:** RuCul. **Adventive:** Nam; ergasiophyte; kenophyte.
67. *Galinsoga parviflora* Cav. – незбутниця дрібноцвіта. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** SAm; xenophyte; kenophyte.
68. *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal – grindелія розчепірена. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAm; xenophyte; kenophyte.
69. *Helichrysum arenarium* (L.) Moench – цмин пісковий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Semi-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ps; hemiaphophyte.
70. *Helioopsis helianthoides* (L.) Sw. – геліопсис шорсткуватий. **Ecol.:** RuCul. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.
71. *Inula helenium* L. – оман високий. **Range:** SEEu-WAs. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.
- *Protection:** regionally rare (Kh.R.).
72. *Jacobaea erucifolia* (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb. (≡ *Senecio erucifolius* L.) – якобея еруколиста, жовтозілля еруколисте. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Pr.
73. *Jacobaea grandidentata* (Ledeb.) Vasjukov (≡ *Senecio grandidentatus* Ledeb.) – якобея великозубчаста, жовтозілля великозубчасте. **Range:** EEu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuPr; hemiaphophyte.
74. *Jacobaea vulgaris* Gaertn. (= *Senecio jacobaea* L.) – жовтозілля лучне, якобея звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr. **Adventive:** As; xenophyte; kenophyte.
75. *Klasea lycopifolia* (Vill.) Á.Löve & D.Löve (= *Serratula heterophylla* (L.) Desf.) – клазея різнолиста, серпій різнолистий. **Range:** Eu. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Sub-heliophyte. PrHal. **Rare.**
76. *Lactuca serriola* L. – салат компасний, салат дикий. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-CAs; xenophyte; archeophyte.
77. *Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey. – салат татарський, латук татарський. **Range:** EEu-As. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-basophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrRu; hemiaphophyte.
78. *Matricaria discoidea* DC. (= *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb.) – ромашка дископодібна, ромашка пахуча. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.
79. *Pentanema britannicum* (L.) D.Gut.Larr., Santos-Vicente, Anderb., E.Rico & M.M.Mart.Ort. (≡ *Inula*

- britannica* L.) – оман лучний, пентанема британська. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr; hemiapophyte.
80. *Picris hieracioides* L. – гірчанка нечуйвітрова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru; hemiapophyte.
81. *Rudbeckia hirta* L. – рудбекія шорстка. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuCul. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte.
82. *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. – жовтозілля весняне. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
83. *Solidago canadensis* L. – золотушник канадський. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte.
84. *Sonchus arvensis* subsp. *uliginosus* (M.Bieb.) Nyman (≡ *S. uliginosus* M.Bieb.) – жовтий осот багновий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
85. *Sonchus oleraceus* L. – жовтий осот городній. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** Eu-As; xenophyte; archeophyte.
86. *Sonchus palustris* L. – жовтий осот болотяний. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrPal.
87. *Tanacetum vulgare* L. – пижмо звичайне. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; occasional apophyte.
88. *Taraxacum officinale* Weber ex Wiggins – кульбаба лікарська, кульбаба звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
89. *Tragopogon dasyrhynchus* Artemczuk – козельці шорстконосикові. **Range:** EEU-Cauc. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Sub-heliophyte. PsPr.
90. *Tragopogon donetzcicus* Artemczuk – козельці донецькі. **Range:** EEU endem. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.
- **Protection:** RDBU (unvaluated).
91. *Tragopogon dubius* subsp. *major* (Jacq.) Vollm. (≡ *T. major* Jacq.) – козельці сумнівні, козельці великі. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. RuPr; euapophyte.
92. *Tragopogon podolicus* Besser ex DC. – козельці подольські. **Range:** EEU-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr.
93. *Tragopogon tanaiticus* Artemczuk – козельці донські. **Range:** SEEu. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps. **Rare.**
94. *Tragopogon ucrainicus* Artemczuk – козельці українські. **Range:** SEEu. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ps.
95. *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.-Bip (= *Matricaria perforata* Méral) – ромашка непахуча. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** As; xenophyte; archeophyte.
96. *Tussilago farfara* L. – підбіл звичайний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuPrPal; hemiapophyte.
97. *Xanthium orientale* L. (= *X. albinum* (Widder) Scholz & Sukopp) – нетреба східна, нетреба ельбська. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** WEu; xenophyte; archeophyte.

14. Betulaceae

98. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – вільха клейка, вільха чорна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pal.
99. *Betula pendula* Roth – береза повисла, береза бородавчаста. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Syl.

15. Boraginaceae

100. *Anchusa gmelinii* Ledeb. – воловик Гмеліна. **Range:** NPont. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.
101. *Anchusa officinalis* L. – воловик лікарський. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. RuPs. **Adventive:** Med; xenophyte; kenophyte.

102. *Asperugo procumbens* L. – гостриця лежача. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
103. *Buglossoides rochelii* (Friv.) Stoyanov, Mátis & Sennikov (= *B. czernjajevii* (Klok. & Des.-Shost.) Czerep.; = *Lithospermum czernjajevii* Klovov & Des.-Shost.) – буглосодес Рошеля, буглосодес Черняєва, горобейник Черняєва. **Range:** SEEu. **Ecol.:** Ps. **Rare.**
104. *Cynoglossum officinale* L. – чорнокорінь лікарський. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** MedT; xenophyte; archeophyte.
105. *Echium vulgare* L. – синяк звичайний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. StRu; euapophyte.
106. *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. – липучка звичайна. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-IT; xenophyte; archaeophyte.
107. *Myosotis laxa* subsp. *cespitosa* (Schultz) Hyl. ex Nordh. (≡ *M. cespitosa* Schultz) – незабутка дерниста. **Range:** ?Bor. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal. **Rare.**
108. *Myosotis scorpioides* L. (= *M. palustris* (L.) L.) – незабутка болотяна, незабудка завита. Per-hyhrophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal. **Rare.**
109. *Myosotis sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl – незабудка рідкоцвіта. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; occasional apophyte.
110. *Myosotis stricta* Link ex Roem. & Schult. (*M. micrantha* auct. non Pall. ex Lehm.) – незабудка дрібноцвіта. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; hemiapophyte.
111. *Symphytum officinale* L. – живокіст лікарський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

16. Brassicaceae

112. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. – різушка Таля. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPs. **Adventive:** Med-IT; xenophyte; kenophyte.
113. *Barbarea vulgaris* (L.) W.T.Aiton – суріпиця звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr; hemiapophyte.
114. *Bunias orientalis* L. – свербира східна. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** EMed; xenophyte; kenophyte.
115. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. – грицики звичайні. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
116. *Cardamine amara* L. – жеруха гірка. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Oceanic; Sub-heliophyte. SylPal. **Rare.**
117. *Cardamine pratensis* subsp. *paludosa* (Knaf) Čelak. (= *C. dentata* Schult.) – жеруха зубчаста. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pal. **Rare.**
118. *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl – кудрявець Софії. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** MedT-As; xenophyte; archeophyte.
119. *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. – дворятник тонколистий. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** MedT; ergasiophyte; kenophyte.
120. *Draba nemorosa* L. – крупка гайова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuPs; hemiapophyte.
121. *Draba verna* L. (≡ *Erophila verna* (L.) DC.) – крупка весняна. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Mesotrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPs; hemiapophyte.
122. *Lepidium densiflorum* Schrad. – хрiниця густоцвіта. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAM; xenophyte; kenophyte.
123. *Lepidium draba* L. (≡ *Cardaria draba* (L.) Desv.) – хрiниця крупковидна. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** Med; xenophyte; kenophyte.
124. *Rorippa amphibia* (L.) Besser – водяний хрiн земноводний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Per-hyhrophyte;

Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pal.

125. *Rorippa austriaca* (Crantz) Spach. – Водяний хрін австрійський. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte.

126. *Rorippa palustris* (L.) Besser – водяний хрін болотний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydropyhte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

17. Campanulaceae

127. *Campanula rapunculoides* L. – дзвоники ріпчастовидні. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPr; occasional apophyte.

128. *Campanula rapunculus* L. – дзвоники ріпчасті. **Range:** Eu-Was-NAf. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.

18. Cannabaceae

129. *Humulus lupulus* L. – хміль звичайний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Semi-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrRu; hemiapophyte.

19. Caprifoliaceae s.l. (incl. Dipsacaceae, Valerianaceae)

130. *Knautia arvensis* (L.) Coult. – свербіжниця польова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.

131. *Sambucus racemosa* L. – бузина червона. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Syl; occasional apophyte.

132. *Scabiosa ochroleuca* L. – коростянка блідо-жовта. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr.

133. *Valeriana officinalis* L. (= *Valeriana exaltata* Mikan) – валеріана лікарська, валеріана висока. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Semi-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

134. *Valeriana wolgensis* Kazak. (= *V. nitida* Kreyer) – валеріана волзька, валеріана блискуча. **Range:** EEu. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

20. Caryophyllaceae

135. *Arenaria serpyllifolia* L. (= *A. uralensis* Pall. ex Spreng.) – піщанка чебрецелиста, піщанка уральська. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. RuPs; occasional apophyte.

136. *Cerastium holosteoides* Fr. – роговик ланцетolistий. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. RuPr; hemiapophyte.

137. *Cerastium pumilum* Curtis – роговик низький. **Range:** Eu-Was-NAf. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Sub-anitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrPs.

138. *Cerastium semidecandrum* L. (= *C. rotundatum* Schur) – роговик п'титичинковий, роговик круглолистий. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. RuPs. **Adventive:** MedT-Was; xenophyte, archeophyte.

139. *Dianthus campestris* M.Bieb. – гвоздики польові. **Range:** EEu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PsPr.

140. *Gypsophila paniculata* L. – лещиця волотиста. **Range:** CEu-Sib. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Heliophyte. StPsRu; occasional apophyte.

141. *Holosteum umbellatum* L. – костянець парасольковий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; hemiapophyte.

142. *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn. – лищичка польова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. PsRu; hemiapophyte.

143. *Rabdera holostea* (L.) M.T.Sharples & E.A.Tripp (≡ *Stellaria holostea* L.) – зірочник лісовий, зірочник ланцетний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Hemi-scyophyte. Syl.

144. ***Sagina procumbens*** L. – моховинка лежача. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PsPrRu; euapophyte.
145. ***Saponaria officinalis*** L. – собаче мило лікарське. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** Med; ergasiophyte, kenophyte.
146. ***Silene baccifera*** (L.) Roth (≡ *Cucubalus baccifer* L.) – смілка ягідна, дутень ягідний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Hemi-scyophyte. PalPr; hemiapophyte.
147. ***Silene borysthena*** (Gruner) Walters (≡ *Otites borysthena* (Gruner) Klokov) – смілка дніпровська, ушанка дніпровська. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Heliophyte. Ps; hemiapophyte.
148. ***Silene flos-cuculi*** (L.) Greuter & Burdet (≡ *Coronaria flos-cuculi* (L.) A.Braun) – коронарія зозуляча, зозулин цвіт. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pr.
149. ***Stellaria aquatica*** (L.) Scop. (≡ *Myosoton aquaticum* (L.) Moench) – слабник водяний, зірочник водяний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPrPal; euapophyte.
150. ***Stellaria graminea*** L. – зірочник злакоподібний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. StPr; hemiapophyte.
151. ***Stellaria media*** (L.) Vill. s.l. – зірочник середній. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SyPrRu; euapophyte.
152. ***Stellaria palustris*** Ehrh. ex Hoffm. – Зірочник болотний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Semi-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pal.

21. Celastraceae

153. ***Parnassia palustris*** L. – білозір болотяний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrPal.
- *Protection:** regionally rare (Kh.R.).

22. Convolvulaceae

154. ***Calystegia sepium*** (L.) R.Br. – плетуха звичайна. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.
155. ***Convolvulus arvensis*** L. – берізка польова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.

23. Crassulaceae

156. ***Sedum acre*** L. – очиток їдкий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PtPs; occasional apophyte.

24. Cucurbitaceae

157. ***Echinocystis lobata*** (Michx.) Torr. & A.Gray – їжакоплідник виткий, ехіноцистіс шипуватий. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrPal. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.

25. Euphorbiaceae

158. ***Euphorbia palustris*** L. – молочай болотяний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
159. ***Euphorbia saratoi*** Ardoino (= *E. virgultosa* Klokov) – молочай прутяний. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
160. ***Euphorbia seguieriana*** Neck. – молочай Cer'є. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Sub-anitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PtPs.
161. ***Euphorbia semivillosa*** (Prokh.) Krylov – молочай напівволохатий. **Range:** EEu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. StPr.

26. Fabaceae

162. ***Amorpha fruticosa*** L. – аморфа кущова. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. SylCul. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.

163. *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klásk. – зіновать руська. **Range:** Eu-Cauc-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PtPs.
164. *Coronilla varia* L. (≡ *Securigera varia* (L.) Lassen) – в'язіль барвистий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; occasional apophyte.
165. *Lathyrus pratensis* L. – чина лучна. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal; occasional apophyte.
166. *Lathyrus sylvestris* L. – чина лісова. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pr.
167. *Lathyrus tuberosus* L. – чина бульбиста. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrRu. **Adventive:** MedT-Cas; ergasiophyte; kenophyte.
168. *Lotus corniculatus* L. (~ *Lotus × ucrainicus* Klovov) – лядвенець рогатий, лядвенець український. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. StPrRu; hemiapophyte.
169. *Medicago × varia* Martyn (hybrid: *M. falcata* L. × *M. sativa* L.) – люцерна мінлива. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med; xenophyte; kenophyte.
170. *Medicago falcata* L. (= *M. romanica* Prodan) – люцерна жовта, люцерна румунська. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrRu; hemiapophyte.
171. *Medicago lupulina* L. – люцерна хмелевидна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; eupapophyte.
172. *Melilotus albus* Medik. – буркун білий. **Range:** Euras-NAf. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrRu; eupapophyte.
173. *Melilotus officinalis* (L.) Lam. – буркун лікарський. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrRu; eupapophyte.
174. *Ononis arvensis* L. – вовчуг польовий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr; hemiapophyte.
175. *Robinia pseudoacacia* L. – робінія звичайна, біла акація. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. StSylCul. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte.
176. *Trifolium arvense* L. – конюшина польова. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PsRu; occasional apophyte.
177. *Trifolium campestre* Schreb. – конюшина рівнинна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pr.
178. *Trifolium fragiferum* L. – конюшина сунична. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. RuPr; occasional apophyte.
179. *Trifolium hybridum* L. – конюшина гібридна. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** Med; ergasiophyte; kenophyte.
180. *Trifolium pratense* L. – конюшина лучна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; occasional apophyte.
181. *Trifolium repens* L. – конюшина повзуча. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; eupapophyte.
182. *Vicia cracca* L. – вика мишачий горошок, горошок мишачий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. StPrRu; hemiapophyte.
183. *Vicia sepium* L. – горошок плотовий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuSylPr; hemiapophyte.
184. *Vicia tenuifolia* Roth – вика тонколиста, горошок тонколистий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. StPrRu; hemiapophyte.
185. *Vicia villosa* Roth – вика волохата, горошок волохатий. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. StPrRu. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.

27. Fagaceae

186. *Quercus robur* L. – дуб звичайний, дуб черешчатий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Syl.
187. *Quercus rubra* L. – дуб червоний. **Ecol.:** Cul. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte. **Introduced.**

28. Gentianaceae

188. *Centaurium erythraea* Rafn – золототисячник звичайний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Pr. **Rare.**
189. *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce – золототисячник гарненький. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pr. ***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

29. Geraniaceae

190. *Geranium collinum* Stephan ex Willd. – журавець пагорбковий, герань пагорбкова. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PalPr.
191. *Geranium pratense* L. – журавець лучний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. PalPr.
192. *Geranium pusillum* L. – журавець маленький, герань маленька. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** EMed; xenophyte; archeophyte.

30. Haloragaceae

193. *Myriophyllum spicatum* L. – водопериця колосиста. **Range:** Old World. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. Aq.
194. *Myriophyllum verticillatum* L. – водопериця кільчаста. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.

31. Hypericaceae

195. *Hypericum perforatum* L. – звіробій звичайний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuStPr; occasional apophyte.

32. Lamiaceae

196. *Ajuga genevensis* L. – горлянка женеvська. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte.
197. *Ballota nigra* L. (= *B. ruderalis* Sw.) – м'яточник чорний. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** EMed; xenophyte; archeophyte.
198. *Betonica officinalis* L. – буквиця лікарська. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. SylPr.
199. *Galeopsis bifida* Boenn. – жабрій дводільний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPrSyl; euapophyte.
200. *Glechoma hederacea* L. – розхідник звичайний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrSylRu; occasional apophyte.
201. *Lamium amplexicaule* var. *orientale* (Pacz.) Mennema (= *L. paczoskianum* Vorosch.) – глуха кропива східна, глуха кропива Пачоського. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PsRu. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
202. *Lamium maculatum* (L.) L. – глуха кропива плямиста. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrSylRu; hemiapophyte.
203. *Lamium purpureum* L. – глуха кропива пурпурова. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** MedT; xenophyte; archeophyte.

204. *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (= *L. villosus* Desf. ex d'Urv.) – собача кропива п'ятилопатева, собача кропива волохата. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
205. *Lycopus europaeus* L. – вовконіг європейський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
206. *Lycopus exaltatus* L.f. – вовконіг високий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Continental; Sub-heliophyte. PrPal.
207. *Mentha × verticillata* L. (hybrid: *M. aquatica* L. × *M. arvensis* L.) – м'ята кільчаста. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
208. *Mentha aquatica* L. – м'ята водяна. **Range:** Euras-Af. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pal.
209. *Mentha arvensis* L. – м'ята польова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr; occasional apophyte.
210. *Origanum vulgare* L. – материнка звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. StPr.
211. *Prunella vulgaris* L. – суховершки звичайні. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Semi-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPrRu; occasional apophyte.
212. *Salvia nemorosa* L. – шавлія дібровна, шавлія гайова. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. StPr.
213. *Scutellaria galericulata* L. – шоломниця звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
214. *Scutellaria hastifolia* L. – шоломниця списолиста. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.
215. *Stachys annua* (L.) L. – чистець однорічний. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PtRu. **Adventive:** EMed; xenophyte; archeophyte.
216. *Stachys palustris* L. – чистець болотний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal; hemiaphophyte.
- Thymus pallasianus* Heinr.Braun – чебрець Палласів. **Range:** EEu. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.

33. Lentibulariaceae

217. *Utricularia × neglecta* Lehm. (hybrid: *U. tenuicaulis* Miki × *U. vulgaris* L.; = *U. australis* R.Br. auct. non fl. Eur.) – пухирник непомічений, пухирник південний. **Range:** Old World. **Ecol.:** Aq.
- **Protection:** RDBU (as *U. australis* R.Br.; vulnerable).
218. *Utricularia vulgaris* L. – пухирник звичайний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Sub-heliophyte).
- *Protection:** regionally rare (Kh.R.).

34. Linaceae

219. *Linum usitatissimum* L. – льон звичайний. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** As; ergasiophyte; archeophyte.

35. Lythraceae

220. *Lythrum hyssopifolia* L. – плакун гісополистий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrPs. **Rare.**
221. *Lythrum salicaria* L. – плакун верболистий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal; hemaipophyte.
222. *Lythrum virgatum* L. – плакун прутяний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Continental; Sub-heliophyte. Pal.

36. Malvaceae

223. *Alcea rosea* L. – рожа садова. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Semi-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. CulRu. **Adventive:** Med; ergasiophyte; kenophyte.
224. *Althaea officinalis* L. – проскурняк лікарський, алтея лікарська. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. **Adventive:** IT; ergasiophyte; archeophyte.

225. *Malva pusilla* Sm. – калачики дрібненьки. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** EAs; xenophyte; archeophyte.
226. *Malva thuringiaca* (L.) Vis. (≡ *Lavatera thuringiaca* L.) – мальва тюрінгська, лаватера тюрінгська. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr.

37. Nyctaginaceae

227. *Mirabilis nyctaginea* (Michx.) Mac Mill. (≡ *Oxybaphus nyctagineus* (Michx.) Sweet) – нічна красуня нічноцвіта, оксибафус ніктагіновий. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** NAm; xenophyte; kenophyte.

38. Onagraceae

228. *Epilobium hirsutum* L. – зніт шорсткий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. RuPrPal; occasional apophyte.
229. *Epilobium palustre* L. – зніт болотяний. **Range:** CPol. **Ecol.:** Per-hyrophyte; Acidophile; Mesotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.
230. *Epilobium parviflorum* Schreb. – зніт дрібноквітковий. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental ; Sub-heliophyte. Pal.
231. *Epilobium tetragonum* L. – зніт чотиригранний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal; occasional apophyte.
232. *Oenothera biennis* L. – енотера дворічна. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PsRu. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.
233. *Oenothera glazioviana* Micheli – енотера великоквіткова. **Ecol.:** PsRu. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.

39. Orobanchaceae s.l. (incl. pars Scrophulariaceae)

234. *Odontites vulgaris* Moench – кравник звичайний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; hemiparasitic plant.
235. *Rhinanthus major* var. *apterus* Fr. (N.W.Zinger) Dostál (= *Rh. aestivalis* (N.W.Zinger) Schischk. & Serg.) – дзвінець літній. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. Pr; hemiparasitic plant.

40. Papaveraceae

236. *Chelidonium majus* L. – чистотіл звичайний, чистотіл великий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylRu; euapophyte.
237. *Papaver rhoeas* L. – мак дикий, мак-самосійка. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** MedT; xenophyte; archeophyte.

41. Plantaginaceae s.l. (incl. Hippuridaceae & pars Scrophulariaceae)

238. *Gratiola officinalis* L. – авран лікарський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hyrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. PrPal. **Rare.**
239. *Hippuris vulgaris* L. – водяна сосонка звичайна. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hyrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalAq. **Rare.**
240. *Linaria genistifolia* (L.) Mill. – льонок дроколистий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuStPs; hemiapophyte.
241. *Linaria odora* (M.Bieb.) Fisch. (= *L. dulcis* Klokov) – льонок запашний, льонок солодкий. **Range:** EEu-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Ps.
242. *Linaria vulgaris* Mill. – льонок звичайний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
243. *Plantago indica* L. (= *P. arenaria* Waldst. & Kit., = *P. scabra* Moench) – подорожник індійський, п. пісковий, п. шорсткий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuPs; occasional apophyte.
244. *Plantago lanceolata* L. – подорожник ланцетолистий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.
245. *Plantago major* subsp. *major* L. – подорожник великий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrRu; euapophyte.

246. *Plantago major* subsp. *intermedia* (Gilib.) Lange (= *P. uliginosa* F.W.Schmidt) – подорожник проміжний, подорожник затінковий. **Range:** Euras-NAf. **Ecol.:** Pr; occasional apophyte.
247. *Plantago salsa* Pall. (~ *P. maritima* L.) – подорожник солончаковий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-basophile; Meso-halotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Continental; Heliophyte. PrHal.
248. *Veronica anagallis-aquatica* L. – вероніка джерельна. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Per-hyhyrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
249. *Veronica arvensis* L. – вероніка польова. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
250. *Veronica beccabunga* L. – вероніка струмкова. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Per-hyhyrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. AqPal.
251. *Veronica catenata* Pennell – вероніка ланцюжкова. **Range:** ?Eu. **Ecol.:** PrPal.
252. *Veronica chamaedrys* L. – вероніка дібровна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuSylPr.
253. *Veronica prostrata* L. – вероніка лежача. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. StPr.
254. *Veronica scutellata* L. – вероніка щиткова. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hyhyrophyte; Acidophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PalPr. **Rare.**
255. *Veronica verna* L. – вероніка весняна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru; euapophyte.

42. Plumbaginaceae (incl. Limoniaceae)

256. *Limonium alutaceum* (Steven) Kuntze – кермек замшевий. **Range:** EEu endemic. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Meso-halotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Heliophyte. PrHal. **Literature:** Bezrodnova et al., 2021. **Rare.**

43. Polygalaceae

257. *Polygala comosa* Schkuhr – китяки чубаті. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrSt.

44. Polygonaceae

258. *Bistorta officinalis* Raf. (≡ *Polygonum bistorta* L.) – гірчак зміїний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr. ***Protection:** regionally rare (Kh.R.).
259. *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre (≡ *Polygonum amphibium* L.) – гірчак земноводний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hyhyrophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalAq.
260. *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre (≡ *Polygonum hydropiper* L.) – гірчак перцевий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPalRu; euapophyte.
261. *Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre (≡ *Polygonum lapathifolium* L.) – гірчак шорсткий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrRu; euapophyte.
262. *Persicaria maculosa* Gray (= *Polygonum persicaria* L.) – гірчак плямистий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPalRu; euapophyte.
263. *Polygonum arenarium* Waldst. & Kit. – спориш пісковий. **Range:** EEu. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.
264. *Polygonum aviculare* L. – спориш звичайний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru; euapophyte.
265. *Rumex acetosa* L. – щавель кислий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.
266. *Rumex acetosella* L. – щавель горобиний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PsRu; euapophyte.
267. *Rumex confertus* Willd. – щавель кінський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrRu; hemiapophyte.
268. *Rumex crispus* L. – щавель кудрявий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.

269. *Rumex hydrolapathum* (Scop.) Huds. – щавель прибережний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hydropiphyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. AqPal.
270. *Rumex maritimus* L. – щавель приморський. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Sub-basophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PsPr.
271. *Rumex thyrsiflorus* Fingerh. – щавель пірамідальний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PrPs.

45. Primulaceae

272. *Androsace elongata* L. – переломник видовжений. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PsRu; euapophyte.
273. *Hottonia palustris* L. – плавушник болотний. **Range:** Bor. **Ecol.:** Per-hydropiphyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. AqPal.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).
274. *Lysimachia nummularia* L. – вербозілля лучне, луговий чай. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hydropiphyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrSylRu; hemiapophyte.
275. *Lysimachia vulgaris* L. – вербозілля звичайне. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hydropiphyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PalPrSyl; hemaipophyte.

46. Ranunculaceae

276. *Caltha palustris* L. – калюжниця болотна. **Range:** CPol. **Ecol.:** Per-hydropiphyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
277. *Ranunculus acris* L. – жовтець їдкий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.
278. *Ranunculus auricomus* L. – жовтець золотистий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. Syl.
279. *Ranunculus circinatus* Sibth. (≡ *Batrachium circinatum* (Sibth.) Rchb.; = *Batrachium foeniculaceum* Krecz.) – жовтець закручений, водяний жовтець фенхелевидний. **Range:** Eu-NAF-WAS. **Ecol.:** Sub-hydropiphyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalAq.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).
280. *Ranunculus ficaria* L. (≡ *Ficaria verna* Huds.) – пшінка весняна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Hemi-scyophyte. SylRu; euapophyte.
281. *Ranunculus flammula* L. – жовтець вогнистий. **Range:** CPol. **Ecol.:** Per-hydropiphyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrPal. **Rare.**
282. *Ranunculus kauffmannii* P.Clerc (≡ *Batrachium kauffmannii* (P.Clerc) Ovcz.) – водяний жовтець Кауффмана. **Range:** ?Bor. **Ecol.:** Hydropiphyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Aq. **Rare.**
283. *Ranunculus lingua* L. – жовтець язиколістий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hydropiphyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).
284. *Ranunculus minimus* (L.) E.H.L.Krause (≡ *Myosurus minimus* L.) – мишачий хвіст малий. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hydropiphyte; Sub-acidophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PsPrRu; euapophyte.
285. *Ranunculus pedatus* Waldst. & Kit. – жовтець стоповидний. **Range:** EEu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Heliophyte. PsPr; occasional apophyte.
286. *Ranunculus polyanthemus* L. – жовтець багатоквітковий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. RuPr; occasional apophyte.
287. *Ranunculus polyphyllus* Waldst. & Kit. ex Willd. – жовтець багатолистий. **Range:** Eu-WAS. **Ecol.:** Hydropiphyte; Neutrophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Continental. Pal. **Rare.**
288. *Ranunculus repens* L. – жовтець повзучий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydropiphyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPrRu; euapophyte.
289. *Ranunculus sceleratus* L. – жовтець отруйний. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hydropiphyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. AqPal; occasional apophyte.
290. *Ranunculus trichophyllus* Chaix (≡ *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch; incl. = *Batrachium divaricatum* (Schränk) Wimm.) – водяний жовтець волосистий, водяний жовтець розчепірений). **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydropiphyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-

oceanic; Sub-heliophyte. Aq.

291. *Thalictrum flavum* L. – рутвиця жовта. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

292. *Thalictrum lucidum* L. – рутвиця блискуча. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

293. *Thalictrum simplex* L. – рутвиця проста. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Sub-heliophyte. PrPal.

47. Rhamnaceae

294. *Frangula alnus* Mill. – крушина ламка. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. Syl.

295. *Rhamnus cathartica* L. – жостір проносний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Syl.

48. Rosaceae

296. *Agrimonia eupatoria* L. – парило звичайне. **Range:** Eu-NAf-WAs. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.

297. *Amelanchier* × *spicata* (Lam.) K.Koch (hybrid: *A. alnifolia* (Nutt.) Nutt. ex M.Roem. × *A. humilis* Wiegand) – ірга колосиста. **Ecol.:** SylCul. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.

298. *Argentina anserina* (L.) Rydb. (≡ *Potentilla anserina* L.) – перстач гусячий. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.

299. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – гадючник в'язолистий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte.

300. *Filipendula vulgaris* Moench – гадючник звичайний. **Range:** Eu-NAf-WAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.

301. *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (hybrid: *F. chiloensis* (L.) Mill. × *F. virginiana* Mill.) – полуниця садові. **Range:** WNAf. **Ecol.:** Cul. **Ergasiophyte.**

302. *Fragaria viridis* Weston – суниця зелені. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr.

303. *Geum rivale* L. – гравілат річковий, гребінник прибережний. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrPal. **Rare.**

304. *Geum urbanum* L. – гравілат міський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. SylRu; hemiapophyte.

305. *Malus domestica* (Suckow) Borkh. – яблуня домашня. **Ecol.:** SylCul. **Adventive:** As; ergasiophyte; archeophyte.

306. *Potentilla argentea* L. – перстач сріблястий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. StPrRu; occasional apophyte.

307. *Potentilla reptans* L. – перстач повзучий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr; hemiapophyte.

308. *Pyrus communis* L. – груша звичайна. **Range:** Eu. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. CulSyl. **?Adventive.**

309. *Sanguisorba officinalis* L. – родовик лікарський. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

310. *Sorbus aucuparia* L. – горобина звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Syl.

49. Rubiaceae

311. *Galium album* Mill. – підмаренник білий. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. RuPr; occasional apophyte.

312. *Galium aparine* L. – підмаренник чіпкий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Hemi-scyophyte. SylRu; euapophyte.

313. *Galium palustre* L. – підмаренник болотяний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

314. *Galium rubioides* L. – підмаренник мареновидний. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylSt.

315. *Galium semiamictum* Klokov – підмаренник напіводягнений. **Range:** NPont. **Ecol.:** Pr.

316. *Galium uliginosum* L. – підмаренник багновий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

317. *Galium verum* L. – підмаренник справжній. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuStPr; occasional apophyte.

50. Salicaceae

318. *Populus × canescens* (Aiton) Sm. (hybrid: *P. tremula* L. × *P. alba* L.) – тополя сіра. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrSyl.

319. *Populus alba* L. – тополя біла. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pr.

320. *Populus tremula* L. – осика. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Syl.

321. *Salix × fragilis* L. (hybrid: *S. alba* L. × *S. euxina* I.V.Belyaeva) – верба ламка. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal. **Adventive:** MedT-WAs; ergasiophyte; archeophyte.

322. *Salix alba* L. – верба біла. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

323. *Salix babylonica* L. – верба вавилонська, верба плакуча. **Ecol.:** CulPal. **Adventive:** As; ergasiophyte; kenophyte.

324. *Salix cinerea* L. – верба попеляста. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPal.

325. *Salix pentandra* L. – верба п'ятитичинкова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. SylPal.

326. *Salix viminalis* L. – верба лозова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrPal.

51. Santalaceae s.l. (incl. Thesiaceae & Viscaceae)

327. *Thesium linophyllum* L. (= *Th. arvense* Horv.; = *Th. ramosum* J.Presl & C.Presl) – льонолісник гіллястий, льонолісник польовий. **Range:** Eu. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PsPrSt;

328. *Viscum album* subsp. *album* L. – омела звичайна. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** hemiparasitic plant; euapophyte.

52. Sapindaceae s.l. (incl. Aceraceae)

329. *Acer negundo* L. – клен американський, клен ясенелистий. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-scyophyte. Syl. **Adventive:** NAm; ergasiophyte; kenophyte.

330. *Acer platanoides* L. – клен гостролистий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. Syl.

53. Saxifragaceae

331. *Chrysosplenium alternifolium* L. – жовтяниця черговолиста. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Scyophyte. PalSyl.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

54. Scrophulariaceae s.str.

332. *Limosella aquatica* L. – мулянка водяна. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Per-hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal. **Rare.**

333. *Scrophularia nodosa* L. – ранник вузлуватий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Syl; occasional apophyte.

334. *Scrophularia oblongifolia* Loisel. (= *S. umbrosa* Dumort.) – ранник затінковий, ранник довголистий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal. **Rare.**

335. *Verbascum densiflorum* Bertol. (= *V. thapsiforme* Schrad.) – дивина густоквіткова. **Range:** Eu. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrRu; hemiapophyte.

336. *Verbascum nigrum* L. – дивина чорна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuStPr; hemiapophyte.

55. Solanaceae

337. *Datura stramonium* L. – дурман звичайний. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** As; ergasiophyte, kenophyte.
338. *Solanum dulcamara* L. – паслін солодко-гіркий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal; occasional apophyte.

56. Ulmaceae

339. *Ulmus minor* Mill. (incl. = *U. suberosa* Moench) – в'яз малий, в'яз корковий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Syl.

57. Urticaceae

340. *Urtica dioica* subsp. *dioica* L. – кропива дводомна. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylRu; euapophyte.
341. *Urtica dioica* subsp. *pubescens* (Ledeb.) Domin (= *U. galeopsifolia* J.Jacq. ex Blume) – кропива жабриюлиста. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PalPr.

58. Viburnaceae

342. *Viburnum opulus* L. – калина звичайна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrSyl.
***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

59. Violaceae

343. *Viola arvensis* Murray – фіялка польова. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Sub-acidophyte; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
344. *Viola hymettia* Boiss. & Heldr. (= *V. lavrenkoana* Klokov) – фіялка гіметська, фіялка Лавренка. **Range:** SubMed. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.
345. *Viola odorata* L. – фіялка запашна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Hemi-scyophyte. SylPrRu; hemiapophyte.

60. Vitaceae

346. *Parthenocissus inserta* (A.Kern.) Fritsch – виноград дівочий жимолостевий. **Ecol.:** Ru. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte.

Liliopsida**61. Acoraceae**

347. *Acorus calamus* L. – лепеха звичайна, айр тростиновий. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal. **Adventive:** CAs; ergasiophyte; archeophyte.

62. Alismataceae

348. *Alisma plantago-aquatica* L. – частуха подорожникова. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal; occasional apophyte.
349. *Sagittaria sagittifolia* L. – стрілиця звичайна, стрілолист звичайний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Semi-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalAq.

63. Amaryllidaceae (Alliaceae)

350. *Allium angulosum* L. – часник заячий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr.
351. *Allium oleraceum* L. – цибуля овочева. **Range:** Eu. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Sub-acidophyte; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. RuStPr; occasional apophyte.

64. Araceae s.l. (incl. Lemnaceae)

352. *Lemna gibba* L. – ряска горбата. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.

353. *Lemna minor* L. – ряска мала. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.

354. *Lemna trisulca* L. – ряска триборозенчаста. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.

355. *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. – ряска багатокорінна. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-heliophyte. Aq.

65. Asparagaceae

356. *Asparagus officinalis* L. – холодок лікарський. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. RuSt.

357. *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce – купина запашна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PtSyl.

66. Butomaceae

358. *Butomus umbellatus* L. – сусак зонтичний. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. AqPal.

67. Cyperaceae

359. *Blismus compressus* (L.) Panz. ex Link – комишниця стиснута. **Range:** Eu-CAs. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Scyophyte. PrPal.

360. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (incl. = *B. compactus* (Hoffm.) Drobw) – бульбокомиш приморський, бульбокомиш скупчений. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.

361. *Carex acuta* L. – осока гостра. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

362. *Carex acutiformis* Ehrh. – осока гостроподібна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

363. *Carex cespitosa* L. – осока дерниста. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

364. *Carex colchica* J.Gay – осока колхідська. **Range:** Eu. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Ps; occasional apophyte.

365. *Carex distans* L. – осока розсунута. **Range:** Palearct. with disjunctive range. **Ecol.:** Hydro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Pal.

366. *Carex elata* All. – осока висока. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pal.

367. *Carex hirta* L. – осока шорстковолосиста. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hydro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPr; hemiapophyte.

368. *Carex melanostachya* M.Bieb. ex Willd. – осока чорноколоса. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hydro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

369. *Carex nigra* (L.) Reichard – осока чорна. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrPal.

370. *Carex otrubae* Podp. – осока Отруби. **Range:** Eu-WAs-NAf. **Ecol.:** Hydrophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

371. *Carex pseudocyperus* L. – осока несправжньосмикавець. **Range:** Bor. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

***Protection:** regionally rare (Kh.R.).

372. *Carex riparia* Curtis – осока побережна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

373. *Carex rostrata* Stokes – осока здута. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. **CWU:** Chorna, 2003. **Rare.**

374. *Carex spicata* Huds.(= *C. contigua* Hoppe) – осока колосиста, осока сусідня. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. SylPr.

375. *Carex vulpina* L. – осока лисяча. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.

376. *Cyperus fuscus* L. – смикавець бурий. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Heliophyte. Pal.

377. *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult. – ситняг болотяний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hyrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrPal.
378. *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult. – ситняг однолусковий. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Meso-halotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.
379. *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla – кура озерна. **Range:** Old World. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Pal.
380. *Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla – кура Таберномонтана. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.
381. *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják – комишник голівчастий. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. HalPr.
382. *Scirpus sylvaticus* L. – комиш лісовий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hyrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pal.

68. Hydrocharitaceae

383. *Elodea canadensis* Michx. – чума водяна, елодея канадська. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte.
384. *Hydrocharis morsus-ranae* L. – жабурник звичайний. **Range:** Eu-WAs-NAf. **Ecol.:** Hydrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Aq.
385. *Najas major* All. (~ *N. marina* auct. non L.) – різуха велика, різуха морська. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hydrophyte; Sub-basophile; Glycotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Hemi-scyophyte. Aq.
386. *Stratiotes aloides* L. – водяник різак звичайний, тілоріз. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Semi-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PalAq.
- *Protection:** regionally rare (Kh.R.).
387. *Vallisneria spiralis* L. – валіснерія спіральна. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq. **Adventive:** NAM; ergasiophyte; kenophyte.

69. Iridaceae

388. *Gladiolus tenuis* M.Bieb. – косарики тонкі. **Range:** EEU. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-heliophyte. StPr.
- **Protection:** RDBU (vulnerable)
389. *Iris pseudacorus* L. – півники болотяні. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pal.

70. Juncaceae

390. *Juncus articulatus* L. – ситник членистий. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. HalPr.
391. *Juncus bufonius* L. – ситник ропуховий. **Range:** Cosmol. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PsPal.
392. *Juncus compressus* Jacq. – ситник стиснутий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Hal PrRu.
393. *Juncus effusus* L. – ситник розлогий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
394. *Juncus gerardii* Loisel. – ситник Жерара, ситник солончаковий. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-basophile; Glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PrHal.
395. *Luzula multiflora* (Ehrh.) Lej. – ожика багатоквіткова. **Range:** CPol. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.

71. Juncaginaceae

396. *Triglochin maritima* L. – тризубець приморський. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PalHal.
397. *Triglochin palustris* L. – тризубець болотяний. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal. **CWU:** Tzvelev, 1950, No. 0052182.

72. Melanthiaceae

398. *Veratrum lobelianum* Bernh. – чемериця Лобеля. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pr.

73. Orchidaceae

399. *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase – плодоріжка болотяна. **Range:** Eu-NAf-WAs. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
****Protection:** RDBU (vulnerable).
400. × *Dactylocamptis uechtritzi* (Hausskn.) B. Bock ex M. Peregrym et Kuzemko (genushybrid: *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase × *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó) – дактилокамптис Юхтриця. **Range:** CEu. **Ecol.:** PrPal. **Rare.**
401. *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó – зозульки Фукса. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr. **Literature:** Bezrodnova et al., 2021.
****Protection:** RDBU (unevaluated).
402. *Dactylorhiza incarnata* subsp. *cruenta* (O.F.Müll.) P.D.Sell – зозульки закривавлені. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PalPr.
****Protection:** RDBU (as *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó; vulnerable).
403. *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* (L.) Soó – зозульки м'ясо-червоні. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PalPr.
****Protection:** RDBU (as *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó; vulnerable).
404. *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh. – зозульки травневі. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Mesotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr. **Literature:** Bezrodnova et al., 2021.
****Protection:** RDBU (rare).
405. *Epipactis palustris* (L.) Crantz – коручка болотяна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
****Protection:** RDBU (vulnerable).

74. Poaceae

406. *Aegilops cylindrica* Host – оводник циліндричний. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru; occasional apophyte.
407. *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. (= *A. pectinatum* (M.Bieb.) P.Beauv.) – житняк гребінчастий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. RuPsSt; occasional apophyte.
408. *Agrostis gigantea* Roth – мітлиця велетенська. **Range:** ?Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PalPr; hemiapophyte.
409. *Agrostis canina* L. – мітлиця собача. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. Pr.
410. *Agrostis stolonifera* L. – мітлиця повзуча, мітлиця пагоносна. **Range:** Palearct. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrPal.
411. *Alopecurus aequalis* Sobol. – китник рівний. **Range:** CPol. **Ecol.:** Per-hyhrophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Eunitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PalPr.
412. *Alopecurus arundinaceus* Poir. – китник очеретяний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PalPr.
413. *Alopecurus geniculatus* L. – китник колінчастий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hyhrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PalPr.
414. *Alopecurus pratensis* L. – китник лучний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPalPr.
415. *Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl – французський райграс високий. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrRu. **Adventive:** WEu; xenophyte; archeophyte.
416. *Beckmannia eruciformis* (L.) Host – бекманія звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hyhrophyte; eutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Continental; Heliophyte. PalPr.
417. *Bromus hordeaceus* L. (= *B. mollis* L.) – стоколос м'який. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
418. *Bromus squarrosus* L. – стоколос кострубатий. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-CAs; xenophyte; archeophyte.

419. *Bromus tectorum* L. (≡ *Anisantha tectorum* (L.) Nevski) – стоколос покрівельний, анізанта покрівельна. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-CAs; xenophyte; archeophyte.
420. *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth – куничник наземний. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuStPs.
421. *Catabrosa aquatica* (L.) P.Beauv. – струмочниця водяна. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Pal.
422. *Dactylis glomerata* L. – грястиця збірна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. PrSylRu; euapophyte.
423. *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv. – щучник дернистий. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
424. *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. – плоскуха звичайна. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** As; xenophyte; archeophyte.
425. *Elymus repens* (L.) Gould (≡ *Elytrigia repens* (L.) Nevski) – пирій повзучий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrRu; euapophyte.
426. *Eragrostis minor* Host – гусятник малий. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PsRu. **Adventive:** Med; xenophyte; kenophyte.
427. *Glyceria arundinacea* Kunth – лепешняк тростининовий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. PrPal.
428. *Glyceria fluitans* (L.) R.Br. – лепешняк плавучий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. AqPal.
429. *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb. – лепешняк великий. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.
430. *Glyceria notata* Chevall. (= *G. plicata* (Fr.) Fr.) – лепешняк відмічений, лепешняк складчастий. **Range:** Eu-WAs. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. AqPal.
431. *Hordeum murinum* L. – ячмінь мишачий. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med-CAs; xenophyte; archeophyte.
432. *Koeleria glauca* (Spreng.) DC. – келерія сиза. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Ps.
433. *Lolium perenne* L. – пажитниця багаторічна. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. PrRu; hemiapophyte.
434. *Lolium pratense* (Huds.) Darbysh. (≡ *Festuca pratensis* Huds.) – костриця лучна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.
435. *Melica altissima* L. – перлівка висока. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. SylPr.
436. *Melica transsilvanica* Schur – перлівка трансильванська. **Range:** Eu-Sib-Cauc. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Sub-acidophile; Semi-eutrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. StPs.
437. *Phleum pratense* L. – тимофіївка лучка. **Range:** Euras. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.
438. *Phragmites australis* subsp. *australis* (Cavanilles) Trinius ex Steudel – очерет звичайний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. PrPal.
439. *Poa angustifolia* L. – тонконіг вузьколистий. **Range:** Euras. **Ecol.:** Mesophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. RuPrSt; occasional apophyte.
440. *Poa bulbosa* L. – тонконіг бульбиста. **Range:** Eu-CAs. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Sub-anitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. PrPsRu; hemiapophyte.
441. *Poa palustris* L. – тонконіг болотяний. **Range:** CPol. **Ecol.:** Per-hygrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Pal.
442. *Poa pratensis* L. – тонконіг лучний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hygro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Pr.
443. *Secale sylvestre* Host – жито дике. **Range:** EEU-CAs. **Ecol.:** Sub-xerophyte; Neutrophile; Eutrophe; Sub-anitrophile; Meso-aridophyte; Continental; Heliophyte. Ps.

444. *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. – мишій сизий. **Ecol.:** PsRu. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
445. *Setaria verticillata* (L.) P.Beauv. – мишій кільчастий. **Ecol.:** Mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Meso-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Ru. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
446. *Setaria viridis* (L.) P.Beauv. – мишій зелений. **Ecol.:** Hyhro-mesophyte; Sub-acidophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Ru. **Adventive:** Med; xenophyte; archeophyte.
447. *Stipa borysthena* Klovov ex Prokudin – ковила дніпровська. **Range:** Eu-Sib. **Ecol.:** Sub-mesophyte; Neutrophile; Semi-eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Sub-heliophyte. Ps.
****Protection:** RDBU 3 & 4 (vulnerable).

75. Potamogetonaceae

448. *Potamogeton crispus* L. – рдесник кучерявий. **Range:** Old World. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.
449. *Potamogeton gramineus* L. – рдесник злаколистий. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Sub-glycotrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Sub-continental; Heliophyte. Aq.
Literature: Bezrodnova et al., 2021.
450. *Potamogeton lucens* L. – рдесник блискучий. **Range:** Old World. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq. **Literature:** Bezrodnova et al., 2021.
451. *Potamogeton nodosus* Poir. – рдесник вузлуватий. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-oceanic; Heliophyte. Aq.
452. *Potamogeton perfoliatus* L. – рдесник пронизанолистий. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Hemi-nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.
453. *Stuckenia pectinata* (L.) Börner (≡ *Potamogeton pectinatus* L.) – рдесник гребенястий. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Hydrophyte; Neutrophile; Glycotrophe; Nitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Sub-heliophyte. Aq.

76. Typhaceae s.l. (incl. Sparganiaceae)

454. *Sparganium erectum* L. – їжача голівка звичайна. **Range:** Euras. **Ecol.:** Per-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Nitrophile; Sub-ombrophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.
455. *Typha × glauca* Godr. – поріз блакитний. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Pal.
456. *Typha angustifolia* L. – поріз тонколистий. **Range:** Holarct. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Meso-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.
457. *Typha latifolia* L. – поріз широколистий. **Range:** Cosmopol. **Ecol.:** Sub-hydrophyte; Neutrophile; Eutrophe; Eunitrophile; Sub-aridophyte; Hemi-continental; Heliophyte. Pal.

Remarks:

Range: As – Asian; Bor – Boreal; CAs – Central Asian; CBor – circumboreal; CEu – Central European; Cosmopol – cosmopolitan; CPol – circumpolar; EAs – Eastern Asian; EEu – Eastern European; EEu-Cauc – Eastern European – Caucasian; EEu-Sib – Eastern European – Siberian; EEu-WSib – Eastern European – Western Siberian; EMed – Eastern Mediterranean; Eu – European; Eu-Cauc – European-Caucasian; Euras – Eurasian; Eu-Sib – Euro-Siberian; Eu-WAs – European – Western Asian; Holarct. – Holarctic; IT – Irano-Turanian; Med-As – Mediterranean-Asian; Med-Cas – Mediterranean – Central Asian; Med-IT – Mediterranean-Irano-Turanian; NAM – North American; NPont – North Pontic; Palearct. – Palearctic; Pont-Casp – Pontic-Caspian; SAm – South American; SEEu – Southeastern European; Sub-Med – sub-Mediterranean; WAs – Western Asia; WEu – Western European; WSib – Western Siberian. **Ecology:** Aq – aquatic plant; Cul – cultivating plant; Pal – plant of wetlands; Pr – meadow plant; Ptr – plant of rocky outcrops; Ps – psammophyte; Ru – ruderal plant; St – steppe plant; Syl – forest plant. **Protection:** Regionally rare (Kh.R.) – threatened plant species in the Kharkiv Region; RDBU – the Red Data Book of Ukraine (2021); Resol. 6 BC – Resolution 6 of the Bern Convention.

Flora of the projected Mzhanskyi National Nature Park (Kharkiv Region). Part 2:

Floodplain complex

H.M. Bondarenko, A.B. Rokytianskyi

Wetlands and floodplains of river valleys are important centres of biodiversity and a source of a large number of different ecosystem services. Due to their resource value, such ecosystems are often subjected to strong anthropic pressure, which leads to the biota decreasing. The importance of the issue of protecting natural environments in the Kharkiv region is very valuable, because the percentage of protected areas in the region is one of the smallest among other administrative regions of Ukraine. At the same time, the representation of wetlands and floodplains in the network of nature reserves of the region is insignificant, which emphasises the need to preserve the most

valuable and typical areas. One of such perspective objects is the projected Mzhanskyi National Nature Park, which combines pinewood and floodplain complexes in the middle reaches of the Mozh River. A detailed analysis of the flora of the pine complexes of the designed park is presented in the first part of the article, while this part is devoted to the analysis of the floodplain complexes' flora of the planned nature conservation object. According to the results of field and retrospective research, it was established that the flora of the floodplain part of the park consists of at least 457 species, subspecies and hybrids of vascular plants. Their full list with the annotation is presented in the article. The systematic structure of the flora is typical and corresponds to other local floras of the Kharkiv Region. Among the families, the following are most represented: Asteraceae (61 species – 13.4 %), Poaceae (42 species – 9.2 %), Fabaceae (24 species – 5.3 %), Cyperaceae (23 species – 5.0 %), Lamiaceae (22 species – 4.8 %), Plantaginaceae s.l. and Ranunculaceae (18 species – 3.9 % each), Brassicaceae and Rosaceae (15 species – 3.3 % each). The results of the fractional analysis of the flora indicate that the plant cover is exposed to strong anthropic pressure (IS = 49.8 %). Nevertheless, the transformation of the flora occurs mainly due to autochthonous synanthropic species. The fraction of alien species is 18.4 %, which is less than similar values in other studied territories. Among the alien species, representatives of the North American and Mediterranean flora prevail. Among the adventitious species, *Elodea canadensis* and *Vallisneria spiralis* provide a high phytosociological activity in the studied area. However, we found localities of 34 rare species protected at different levels. Among them, 9 are included in the Red Book of Ukraine (*Anacamptis palustris*, *Dactylorhiza fuchsii*, *D. incarnata*, *D. majalis*, *Epipactis palustris*, *Gladiolus tenuis*, *Stipa borysthena*, *Tragopogon donetzi*, and *Utricularia × neglecta*), 2 are included in Resolution 6 of the Bern Convention (*Ostericum palustre* and *Salvinia natans*), and 23 species are regionally rare in the Kharkiv Region (*Cicuta virosa*, *Inula helenium*, *Parnassia palustris*, *Ranunculus lingua*, *Stratiotes aloides*, etc.). Also, during the field surveys, several species rare for the region that do not have an actual protected status were discovered (*Carex rostrata*, *Cirsium esculentum*, *Gratiola officinalis*, *Hippuris vulgaris*, *Klasea lycopifolia*, *Limonium alutaceum*, *Ranunculus flammula*, *R. kauffmannii*, *R. polyphyllus*, *Scrophularia oblongifolia*, etc.). The growth of a new species of *Veronica catenate* for the Kharkiv region has been confirmed.

Keywords: biodiversity, rare species, alien species, nature reserve fund, protected areas, Emerald Network, Mozh River Valley, Kharkiv Region

Cite this article: Bondarenko H.M., Rokytiatsky A.B. (2025). Flora of the projected Mzhanskyi National Nature Park (Kharkiv Region). Part 2: Floodplain complex. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology, 45, p. 63–104. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-6> (in Ukrainian)

About the authors:

Bondarenko H.M. – V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4. Kharkiv, Ukraine, 61022; h.m.bondarenko@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9936-3482>

Rokytiatsky A.B. – V.N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4. Kharkiv, Ukraine, 61022; artemborisovichro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3550-5792>

Authors contribution: All authors have contributed equally to this work. / **Внесок авторів:** Усі автори зробили рівнозначний внесок у підготовку цієї роботи.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Received: 09.06.2025 / Revised: 26.10.2025 / Accepted: 02.12.2025 / Published: 31.12.2025

*** ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН *** PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY ***

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-7>
UDC: 581.1:58.035.4:581.143.6:633.34

**Regulation of morphogenetic reactions of *Glycine max* (L.) Merr.
by selective light *in vivo* and *in vitro*
O.O. Avksentieva, Y.D. Batueiva, M.O. Fesenko**

The work is devoted to the study of photomorphogenic reactions of plants to monochromatic irradiation *in vivo* and *in vitro*. The aim of the work was to investigate the effect of red (660 nm) and blue (450 nm) light irradiation on the photomorphogenesis of seedlings and callus culture of the soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under *in vivo* and *in vitro* conditions. The studies were conducted on 10-day-old seedlings and primary callus culture of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) of the short-day variety Clark. Seed germination and infection, as well as growth processes of experimental seedlings under *in vivo* conditions, were analysed by determining linear dimensions and biomass. In callus culture under *in vitro* conditions, the growth rate, absolute growth, and such indicators of morphogenetic reactions as callusogenesis, chlorophyllogenesis, rhizogenesis, and necrosis were determined. It was shown that red and blue light irradiation stimulates seed germination, while blue light irradiation contributes to a decrease in seedling infection. Under *in vivo* conditions, red light irradiation inhibits the elongation of the studied seedlings, while blue light irradiation stimulates the linear growth of seedlings. Irradiation with selective light of both studied spectra promotes biomass accumulation in seedlings. At the same time, organ-specific reactions are observed: RL irradiation promotes an increase in the biomass of the above-ground part, while BL irradiation mainly promotes an increase in the root part. Under *in vitro* culture conditions, the growth of primary callus tissue is inhibited during irradiation with red and blue light. The prolonged effect of red and blue light is expressed in the inhibition of callus tissue growth by RL and the absence of BL influence on the growth index compared to the control. BL irradiation also stimulates the manifestation of various pathways of callus culture morphogenesis in *in vitro* conditions. The uniformity of the reactions of seedlings and callus culture of the short-day line of soybean in *in vivo* and *in vitro* culture conditions is observed.

Key words: photobiotechnology, *in vitro* photomorphogenesis, photoreceptors, selective light, *Glycine max* (L.) Merr., seedlings, callus

Cite this article: Avksentieva O.O., Batueiva Y.D., Fesenko M.O. (2025). Regulation of morphogenetic reactions of *Glycine max* (L.) Merr. by selective light *in vivo* and *in vitro*. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology, 45, p. 105-114. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-7>

About the authors:

Avksentieva O.O. – V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, 4, Svobody Maidan, Kharkiv, Ukraine 61022, avksentyeva@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-3274-3410>
Batueiva Y.D. – V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, 4, Svobody Maidan, Kharkiv, Ukraine 61022, batueiva96@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0003-2532-7141>
Fesenko M.O. – V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, 4, Svobody Maidan, Kharkiv, Ukraine 61022, maksym.fesenko@karazin.ua, <https://orcid.org/0009-0005-9520-3779>

Received: 16.06.2025 / Revised: 21.07.2025 / Accepted: 24.08.2025 / Published: 31.12.2025

Introduction

Photobiotechnology is an emerging field focused on the interaction between light and biological systems and its application in regulating physiological and developmental processes in plants (Ganesan et al., 2017). One area of research is photomorphogenesis, the process of plant life and development under the influence of various light parameters, such as wavelength range (spectrum), intensity, integral daily radiation, photoperiod, and light flux direction (Liu, H. et al., 2020; Izzo L. G. et al., 2020). Different light wavelengths uniquely influence morphogenetic and biosynthetic processes, and this effect depends individually on the species, variety, and ecological group of plants (González et al., 2023; Zhao et al., 2024).

With the growing demand for sustainable agricultural and biotechnological products, research into one of the main environmental factors, namely light, on plant morphogenesis is relevant. This has led to the development of photobiotechnology and the emergence of light culture technology, in which the required level of irradiation, both with daylight and other spectra, is provided by the use of various light sources (Paradiso, Proietti, 2022). A revolutionary stage in the development of photobiotechnology and

light culture was the emergence of new lamps – light-emitting diodes (LEDs), which provide radiation of a certain wavelength of monochromatic (selective) light and a combination of light wavelengths. Unlike traditional light sources used in photobiotechnology, which generate radiant heat, the use of LEDs in LED matrices reduces the thermal impact on plants and allows the intensity of lighting and duration of exposure to be regulated. This, in turn, makes it possible to study the effect of a specific light spectrum on plant growth and morphogenesis and to ensure optimal conditions for their cultivation (Paradiso, Proietti, 2022; Kusuma et al., 2020).

The link between light signalling and plant photomorphogenesis is the photoreceptor system, which consists of specialised light-sensitive proteins that participate in triggering cascade reactions for the genetic regulation of plant life processes. To date, five classes of photoreceptors have been identified: phytochromes – receptors of red (660 nm) and far-red light (730 nm), cryptochromes, phototropins and F-box proteins – receptors of blue light and ultraviolet A, and the UVR8 protein – a receptor of ultraviolet B (Paik, Huq, 2019; Oka, Yamamoto, 2019). Active forms of photoreceptors are capable of interacting in one way or another with the main large regulatory modules: the photomorphogenesis activator HY5 (ELONGATED HYPOCOTYL 5), the systemic integrators PIFs (PHYTOCHROME-INTERACTING FACTORS) and COP1 (CONSTITUTIVE PHOTOMORPHOGENIC 1, substrate receptor of E3 ubiquitin ligase CUL4), on which the switching of many genetic programmes depends, including photomorphogenesis, circadian rhythms and other plant development processes (Gangappa, Botto, 2016; Wang et al., 2022). Thanks to this, photoreceptors influence other regulatory mechanisms in plants – phytohormonal and trophic signalling, plant antioxidant systems, etc. (Wang et al., 2019; Wang et al., 2022). It is known that one of the characteristics of plants that affects the response to light irradiation of various parameters is the ecological group, for example, the photoperiodic response. Based on their photoperiodic response, plants are divided into photoperiod-sensitive plants: long-day (LDP) and short-day (SDP), and photoperiod-insensitive (neutral-day – NDP) (Vonk, Shackelford, 2020). Since it is the cryptochrome and phytochrome systems that are involved in the perception of the photoperiodic response (Goto, 2022; Fantini, Facella, 2020), we can assume that photoperiod-sensitive plants may have a more pronounced response to the activation of these photoreceptor systems by selective light irradiation.

In vitro culture is a modern model system for studying plant growth and development processes. Cells of callus tissue of higher plants in *in vitro* culture, along with acquiring new specific properties, are able to retain properties characteristic of plants *in vivo* (Pasternak, Steinmacher, 2024). Therefore, the question of the difference in photomorphogenic reactions of plants of the same species and variety in different cultures: *in vivo* and *in vitro*, remains relevant.

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) belongs to the *Fabaceae* family and is a leading agricultural crop in the world and in Ukraine. This plant, among whose varieties there are short-day and neutral-day representatives, is also a classic model object for studying the photoperiodic response of plants (Anderson et al., 2019). Currently, *in vitro* models are widely used for studying this important crop (Begum et al., 2019). However, there are few studies on the effect of LED irradiation as a regulatory factor in *in vitro* morphogenesis of soybeans.

Therefore, the aim of our work was to study the processes of photomorphogenesis of seedlings and callus culture of a short-day soybean cultivar *in vivo* and *in vitro* under the action of monochromatic red (RL 660 nm) and blue (BL 450 nm) light spectra.

Materials and Methods

Plant material. The plant material used in this study was seedlings and callus culture of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) of the Clark variety, which is characterised by a short-day photoperiodic response.

***In vivo* studies** were conducted on etiolated 10-day-old seedlings. Pre-sterilised seeds were germinated in Petri dishes on filter paper with the addition of 5 ml of water in the dark at a temperature of 22°C in a TSO-80 MICROmed thermostat, 10 seeds per dish for 3 days. After that, the photoreceptor systems of the studied seedlings were activated by irradiation with monochromatic (selective) light of different spectra. Etiolated seedlings in an isolated box in the dark were irradiated daily for 7 days for 30 minutes using LED matrices with red (660 nm) and blue (450 nm) light with an illumination intensity of 120 mW/m² and a photon distribution of 0.45-0.65 μmol/(m²·s). Control plants were cultivated in darkness at a temperature of 22°C without irradiation. On the 7th day of the experiment, the germination (in %) and seed infection (in %) were analysed (Ostrenko, et al., 2011). On the 10th day of the experiment, growth processes were analysed by determining the linear dimensions and biomass of the obtained seedlings.

In vitro studies. Primary callus of soybean was obtained through the stage of aseptic seedlings cultivated on a hormone-free Schenk end Hildebrandt medium (Phillips, G. C., & Garda, M., 2019), after which the explants were transferred to medium for callus induction by Murashige and Skoog (MS) with the addition of 5 mg/l 2,4-D. Primary callus was cultivated for 2 weeks in a TSO-80 MICROmed thermostat at a temperature of 26°C. During this period, callus tissues were irradiated daily with red (RL) and blue light (BL) for 15 minutes per day using LED matrices, while simultaneously analysing callus growth indicators – area, growth rate and increment. Callus area was measured using the ImageJ 1.52k computer program.

The growth rate of callus tissues (V) was determined by the formula:

$$V=(S2-S1)/t, \text{ where}$$

S1 – callus area on the first day of measurement, cm²

S2 – callus area on the last day of measurement, cm²

t – experiment time, days

Callus growth (ΔS) was determined by the formula:

$$\Delta S=S2/S1 \times 100 \%, \text{ where}$$

S1 – callus area on the first day of measurement, cm²

S2 – callus area on the last day of measurement, cm²

After this period, the callus tissues were transferred to Murashige-Skoog regeneration medium (Phillips, Garda, 2019). with the addition of 0.5 mg/l indoleacetic acid (IAA) and 0.5 mg/l benzylaminopurine (BAP) phytohormones and cultivated in a luminostat with a light flux of 2–3 kLk for 4 weeks, analysing the expression of morphogenic potential of the control and experimental callus. Four variants were distinguished: control (Dark) – callus that were not irradiated and were cultivated in darkness throughout the experiment, WL (white light) – callus that were not irradiated with selective light before cultivation in white light, RL – callus that were photoinduced with red light (660 nm) in the preliminary stage before cultivation in white light, and BL – callus that were photoinduced with blue light (450 nm) before cultivation in white light.

Among the indicators of morphogenetic reactions, the following were studied: callusogenesis, chlorophyllogenesis, rhizogenesis, necrosis (Avksentyeva, Chumakova, 2021). These characteristics were calculated as the ratio of callus tissues exhibiting certain reactions to the total number of calluses cultivated.

The results of the experiments were statistically processed using ANOVA dispersion analysis with Microsoft Office Excel 2019 software and the Statistica 5.0 software package. The significance of differences between variants was determined using Student's t-test (Mishra, et al., 2019). All experiments were repeated three times, when studying the results of *in vivo* research, 30-35 seedlings were analysed, and *in vitro* 15-17 calluses were analysed. The tables and graphs show the mean values and their standard errors.

Results and Discussion

The results of the study of the effect of RL and BL irradiation on the germination of the Clark variety of soybean seed showed that the germination energy of seeds is 75.6% (Fig. 1). At the same time, irradiation with red light (RL 660 nm) and blue light (BL 450 nm) stimulates seed germination by 14.9% and 24.3%, respectively. BL irradiation contributes to a 5.2 % reduction in infection, which may be due to its bactericidal effect, while RL irradiation not only increases seed infection by 10 %, but also stimulates the occurrence of developmental abnormalities in seedlings, such as root bifurcation and the formation of short or underdeveloped roots. According to the literature, it is known that RL irradiation stimulates seed germination, which is controlled by the plant's phytochrome system (Paik, Huq, 2019; Lazzarin et al., 2021). The appearance of various anomalies in the development of the root system of the studied seedlings under RL irradiation may be associated with a violation of geotropic reactions or root cell growth (Yun et al., 2023). It is known that plant morphogenesis is accompanied by changes in the cytoskeleton, which is constantly being restructured in response to signals related to development and environmental influences. Such remodelling of the cytoskeleton regulates cell growth, in particular, it ensures the transport and exocytosis of membrane and cell wall components during their expansion, and also contributes to the formation of morphological structures in response to light conditions. External and internal signals lead to changes in the activity of proteins associated with the cytoskeleton, microtubule-associated proteins (MAPs), and actin-binding proteins (ABPs) through the influence of the photomorphogenesis regressor COP1 (CONSTITUTIVE PHOTOMORPHOGENIC1) (Lian et al., 2021; Yuan et al., 2023).

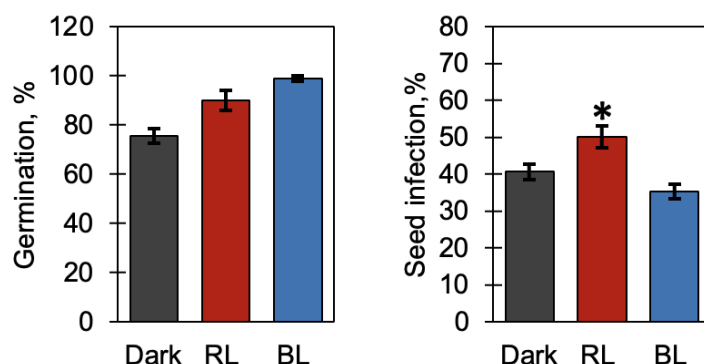


Fig. 1. Effect of photoirradiation with selective light RL (660 nm) and BL (450 nm) on the germination of Clark soybean seeds with a short-day photoperiodic response, % ($M \pm s$, $n=30$). Note * – differences compared to the control are significant at $p \leq 0.05$

It is known that seedlings growing in darkness develop according to the skotomorphogenesis programme and are called etiolated. Such seedlings have an elongated hypocotyl, apical hook, pale stem colour and poorly developed leaves (Josse, Halliday, 2008). Exposure of such seedlings to light leads to the suppression of the activity of COP/DET/FUS, a group of proteins that in turn suppress photomorphogenesis in darkness. This is accompanied by light-dependent accumulation of several transcription factors that promote photomorphogenesis, including HY5, HYH, HFR1, and LAF1, which promotes the transition of seedlings to photomorphogenesis, the direction of which depends on the spectrum and intensity of irradiation (Osterlund et al., 2000; Holm et al., 2002). A study of the growth response to the activation of the phytochrome and cryptochrome systems in short-day soybean seedlings showed that RL and BL irradiation have different effects (Fig. 2). RL irradiation inhibits seedling elongation – the total length of the seedling decreases, its above-ground and underground parts by 33.3% and 28.8%, respectively, compared to the control variant, which is associated with the de-etiolation of the seedling, its transition to photomorphogenesis, accompanied by thickening of the stem and cessation of its elongation. BL irradiation, on the contrary, stimulates the growth of the seedling in length, especially the root system (by 40%), compared to the above-ground part (by 17.9%). The elongation of seedlings, especially the root system, under the influence of BL may be associated with the stimulation of the process of cell vacuolisation and, accordingly, the 'stretch growth' of root cells.

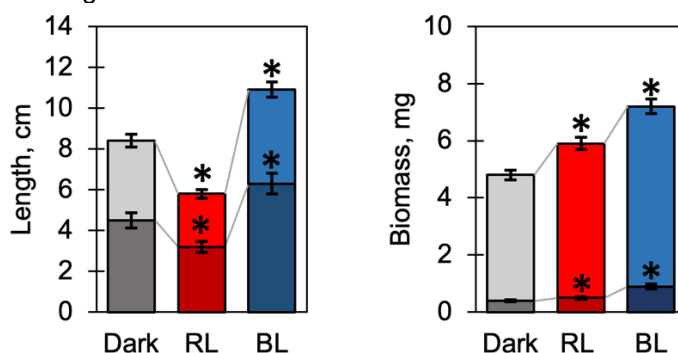


Fig. 2. Effect of photoirradiation with selective RL (660 nm) and BL (450 nm) on the growth response of the above-ground and root parts of Clark soybean seedlings with a short-day photoperiodic response ($M \pm s$, $n=30$)

■ - root part, □ - above-ground part

Note * – differences compared to the control are significant at $p \leq 0.05$

The study of the integral indicator of growth response – biomass increase under irradiation with RL and BL – showed that the activation of both phytochrome and cryptochrome systems stimulates biomass growth, but to a greater extent under the action of BL. Under RL irradiation, there was a 22.7% increase in the biomass of the above-ground part, and under BL irradiation there was a 125% increase in the biomass of the entire seedling, but mainly in the root part, compared to the control. Thus, the study of morphogenetic

reactions *in vivo* showed the manifestation of different pathways of photomorphogenesis under the action of different light spectra: irradiation with RL promotes de-etiolation of the seedling: inhibits seedling elongation and stimulates the accumulation of above-ground biomass, while BL irradiation promotes seedling elongation due to the root system and increases biomass.

The available results may indicate some organ specificity of photoreceptor activity and the presence of a response to irradiation with light of a certain spectrum: RL receptors – phytochromes, mainly regulate the reactions of the above-ground part, while BL receptors – cryptochromes and phototropins, participate in the regulation of the response to irradiation in the root system.

The next stage of the work was related to the study of photomorphogenic reactions *in vitro*. We introduced soybean into an *in vitro* culture and obtained primary soybean calluses. When cultivated in the dark, primary calluses are typical callus tissue: yellowish in colour, amorphous, highly hydrated, and fast-growing.

During the period of photoinduction by RL and BL, the growth response of callus tissue was determined by measuring its area (Fig. 3). The results of the studies showed that the growth and growth rate of primary callus tissues under the influence of RL and BL irradiation are inhibited. RL irradiation contributes to a decrease in the absolute growth and growth rate of callus tissue by 20% and 13%, respectively, while BL irradiation contributes to a decrease in these indicators by 17.2% and 4.6%, respectively. Morphologically, callus tissues after 2 weeks of irradiation are practically indistinguishable – typical, waterlogged, amorphous, heterogeneous masses. Only with BL irradiation is the development of foci of mixotrophic areas of callus tissue observed, which may indicate high activity of blue light receptors – cryptochromes – in callus cells.

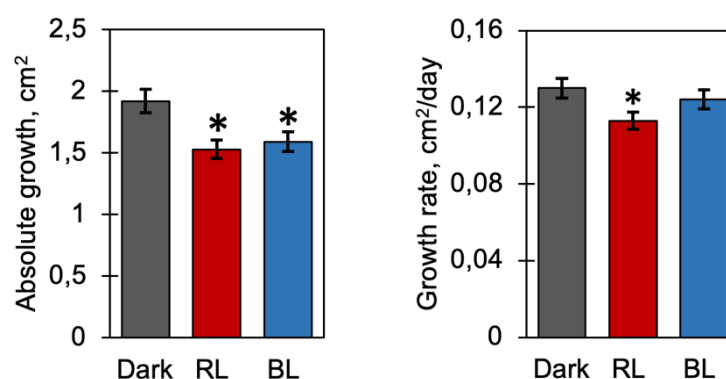


Fig. 3. Effect of photoirradiation with selective RL (660 nm) and BL (450 nm) on the growth response of primary callus of soybean Clark variety with short-day photoperiodic response ($M \pm s$, $n=15$) (culture medium – MS+0.5 mg/l 2,4 D). Note * – differences compared to the control are significant at $p \leq 0.05$

The study of the long-term effects of irradiation continued with the transplantation of callus tissues into a regenerative culture medium. According to the results of the study, the transplantation of callus tissues under white light irradiation inhibits their absolute growth and growth rate compared to tissues cultured in the dark. At the same time, the previous photoinduction with RL and BL affects the further development of callus tissues during further cultivation under white light conditions. The analysis of growth parameters showed that previous photoinduction with RL inhibits the growth of callus tissues by 42% and the growth rate by 60% compared to the dark control, and by 17% and 33%, respectively, compared to callus tissues that did not have preliminary irradiation with RL and BL. This may be due to the inhibition of cell division and vacuolisation and their growth by 'stretching'. BL irradiation, in turn, ensures the growth of callus tissues at the same rate as during cultivation under white light conditions (Fig. 4), although it is 40% less compared to the dark control.

Similar reactions were observed when seedlings were grown *in vivo*. Thus, the photomorphogenetic effects of soybean seedlings under *in vivo* conditions show a co-directed effect with the manifestation of the prolonged effect of irradiation with RL and BL under *in vitro* conditions.

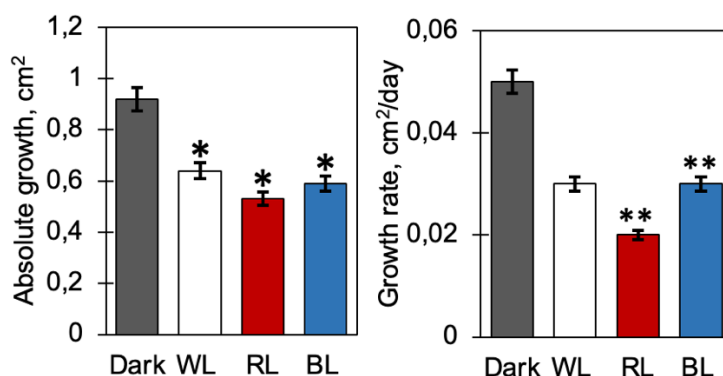


Fig. 4. Prolonged effect of selective light irradiation with RL (660 nm) and BL (450 nm) on the growth response of Clark soybean callus with a short-day photoperiodic response when cultivated on a morphogenic medium of MS + 0.5 mg/l IAA + 0.5 mg/l BAP ($M \pm s$, $n=15$);

Dark – no irradiation, cultivation in darkness

WL (white light) – no irradiation, cultivation in white light (full spectrum)

Note * – differences compared to the control are significant at $p \leq 0.05$

** – differences compared to the control are significant at $p \leq 0.001$

When studying the effect of RL and BL irradiation on the manifestation of the morphogenetic potential of callus tissues, we noted such characteristics of callus as colour, the appearance of necrotic spots, callus formation, the development of morphogenic structures and rhizogenesis (Fig. 5). When cultivating callus tissues of soybean in the light, we observed the formation of mixotrophic callus capable of partial autotrophic nutrition (Fig. 6 A-D).

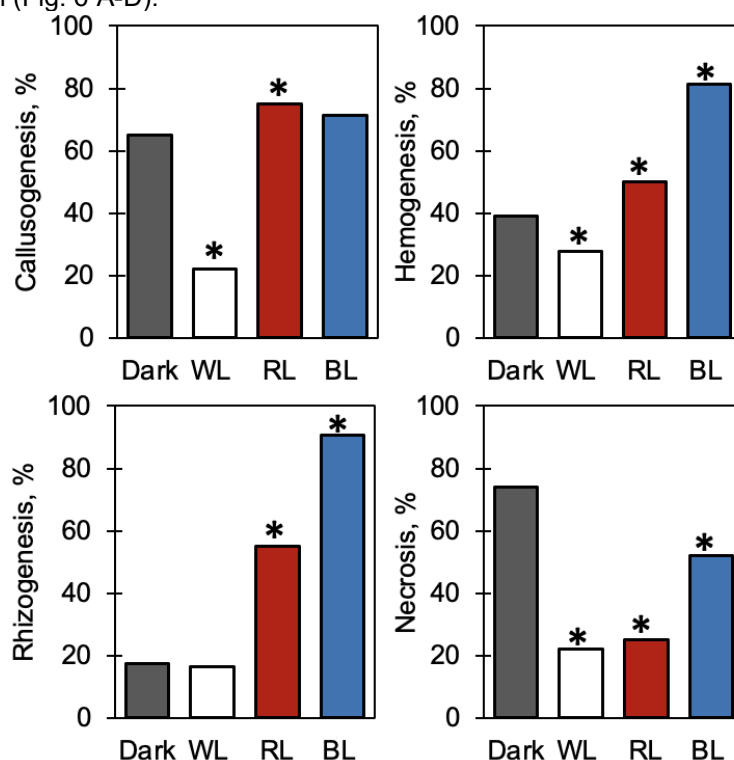


Fig. 5. Prolonged effect of photoirradiation with selective RL (660 nm) and BL (450 nm) on morphogenic reactions of Clark soybean callus with a short-day photoperiodic reaction when cultivated on a morphogenic medium MS + 0.5 mg/l IAA + 0.5 mg/l BAP ($M \pm s$, $n=15$);

Dark – no irradiation, cultivation in darkness

WL (white light) – no irradiation, cultivation in white light (full spectrum)

Note * – differences compared to the control are significant at $p \leq 0.05$

When calluses are cultivated under the action of WL without prior irradiation, a decrease in all studied indicators of morphogenetic reactions is observed compared to the dark control. At the same time, the prolonged action of BL stimulates the development of various types of morphogenesis, such as hemogenesis and rhizogenesis, to the maximum extent, not only compared to the dark control, but also compared to calluses cultivated only under WL. BL irradiation also activates all morphogenetic processes in callus tissues, in particular, it significantly contributes to the enhancement of callus formation.

At the same time, the activation of the cryptochrome system, which is known to control the stages of chlorophyll synthesis, stimulates the formation of bright green callus (Fig. 6D). According to the literature, BL irradiation stimulates chlorophyll synthesis in callus tissues under *in vitro* conditions, as well as in plants and under *in vivo* conditions (Liu, Van Iersel, 2021; Xiaoying et al., 2022), indicating the similarity of plant reactions *in vivo* and *in vitro*.

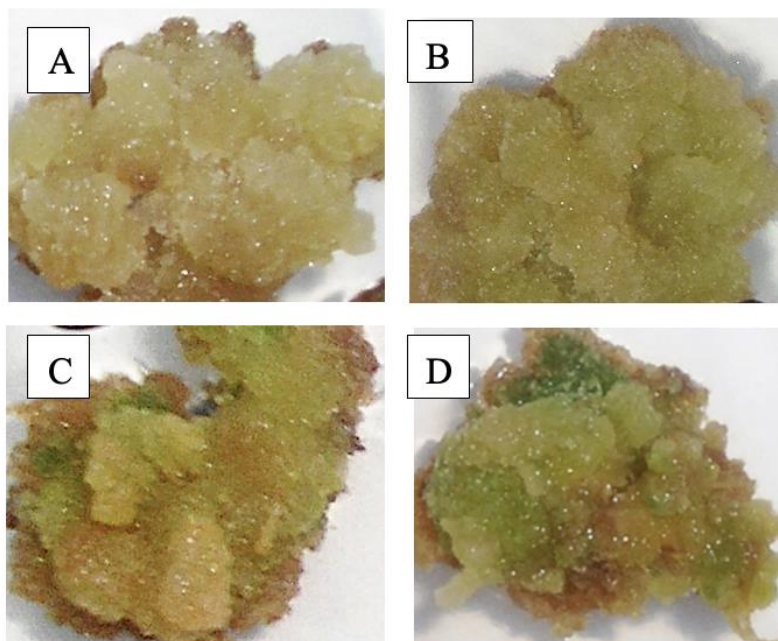


Fig. 6. Callus of *Glycine max* (L.) Merr. variety Clark after 30 days of cultivation on regeneration medium MS + 0.5 mg/l IAA + 0.5 mg/l BAP under the following light conditions: A – darkness, B – white light (WL, full spectrum), C – red light (RL 660 nm), D – blue light (BL 450 nm).

The prolonged action of RL promotes callus greening, although to a lesser extent than the action of BL (Fig. 6C). It is known that one of the reactions of de-etiolation is the synthesis of chlorophyll, which is regulated by the phytochrome system (Banaś et al., 2024). The available results may serve as confirmation of the similarity of plant reactions *in vivo* and *in vitro* to selective light irradiation, which increases the significance of the callus model for photobiological studies.

Conclusions

Thus, the results of the study show that the activation of the phytochrome and cryptochrome systems by RL and BL irradiation stimulates seed germination in a short-day soybean line. At the same time, BL irradiation has a bactericidal effect and reduces seed infection.

Activation of the phytochrome system (RL) initiates de-etiolation, transition to photomorphogenesis, inhibiting stem elongation and stimulating the accumulation of above-ground biomass, while BL irradiation promotes root growth through intensification of vacuolisation and cell elongation in soybean seedlings in the early stages of ontogenesis. The results also indicate the presence of organ-specific regulation of soybean seedling growth responses depending on the irradiation spectrum, which is probably due to the differentiated activity of photoreceptors in different organs.

Under *in vitro* conditions, callus tissue growth is inhibited by selective light irradiation, but a greater effect is observed under the action of RL. Visually, callus tissues remain amorphous and waterlogged, with mixotrophic areas forming only under BL, indicating the onset of chlorophyllogenesis.

When callus tissues are cultivated without prior irradiation with selective light, the main morphogenetic indicators, such as rhizogenesis, hemogenesis and callusogenesis, are reduced compared to dark control and pre-irradiated variants. The prolonged effects of RL and BL are manifested as the stimulation of various morphogenesis pathways of callus culture *in vitro*. RL irradiation stimulates callus formation but does not cause differentiation, accompanied by minimal rhizogenesis and chlorophyllogenesis, while BL irradiation stimulates rhizogenesis, chlorophyllogenesis, and the formation of morphogenic structures.

The photomorphogenic reactions of seedlings and callus tissues of the short-day soybean line in *in vivo* and *in vitro* conditions are similar, which increases the significance of the callus model for photobiological studies.

Список використаних джерел / References

- Anderson, E.J., et al. (2019). Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] breeding: history, improvement, production and future opportunities. *Advances in plant breeding strategies: legumes*, Volume 7, 431-516. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23400-3_12
- Avksentyeva, O.O., Chumakova, V.V. (2021). Biotechnology of higher plants: in vitro culture. Kharkiv: V.N. Karazin Kharkiv National University, 88 p. (in Ukrainian)
- Banaś, A.K., et al. (2024). De-etiolation is almost color blind: the study of photosynthesis awakening under blue and red light. *Plant and Cell Physiology*, 65(12), 1993-2017. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcae119>
- Begum, N., Zenat, E.A., Sarkar, M.K., Roy, C., Munshi, J.L., Jahan, M.A. (2019). *In vitro* micro propagation of soybean (*Glycine max*) BARI-5 variety. *The Open Microbiology Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.2174/1874285801913010177>
- Fantini, E., Facella, P. (2020). Cryptochromes: How Blue Light Perception Influences Plant Physiology. *eLS*, 1-10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0028355>
- Ganesan, M., Lee, H.Y., Kim, J.I., Song, P.S. (2017). Development of transgenic crops based on photo-biotechnology. *Plant, Cell & Environment*, 40(11), 2469-2486. <https://doi.org/10.1111/pce.12887>
- Gangappa, S.N., Botto, J.F. (2016). The multifaceted roles of HY5 in plant growth and development. *Molecular plant*, 9(10), 1353-1365. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molp.2016.07.002>
- González, A.M., Pesqueira, A.M., García, L., Santalla, M. (2023). Effects of Photoperiod and Drought on Flowering and Growth Development of Protein-Rich Legumes under Atlantic Environments. *Agronomy*, 13(4), 1025. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041025>
- Goto, S.G. (2022). Photoperiodic time measurement, photoreception, and circadian clocks in insect photoperiodism. *Applied Entomology and Zoology*, 57(3), 193-212. <https://doi.org/10.1007/s13355-022-00785-7>
- Holm, M., Ma, L.G., Qu, L.J., Deng, X.W. (2002). Two interacting bZIP proteins are direct targets of COP1-mediated control of light-dependent gene expression in *Arabidopsis*. *Genes & development*, 16(10), 1247-1259. <https://doi.org/10.1101/gad.969702>
- Izzo, L.G., Mele, B.H., Vitale, L., Vitale, E., Arena, C. (2020). The role of monochromatic red and blue light in tomato early photomorphogenesis and photosynthetic traits. *Environmental and Experimental Botany*, 179, 104195. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104195>
- Josse, E.M., Halliday, K.J. (2008). Skotomorphogenesis: the dark side of light signalling. *Current Biology*, 18(24), R1144-R1146. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.10.034>
- Kusuma, P., Pattison, P.M., Bugbee, B. (2020). From physics to fixtures to food: Current and potential LED efficacy. *Horticulture research*, 7. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-0283-7>
- Lazzarin, M., Meisenburg, M., Meijer, D., Van Ieperen, W., Marcelis, L.F.M., Kappers, I.F., ... Dicke, M. (2021). LEDs make it resilient: effects on plant growth and defense. *Trends in Plant Science*, 26(5), 496-508. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.11.013>
- Lian, N., Wang, X., Jing, Y., Lin, J. (2021). Regulation of cytoskeleton-associated protein activities: Linking cellular signals to plant cytoskeletal function. *Journal of Integrative Plant Biology*, 63(1), 241-250. <https://doi.org/10.1111/jipb.13046>
- Liu, H., Lin, R., Deng, X.W. (2020). Photobiology: Light signal transduction and photomorphogenesis. *Journal of Integrative Plant Biology*, 62(9), 1267. <https://doi.org/10.1111/jipb.13004>
- Liu, J., Van Iersel, M.W. (2021). Photosynthetic physiology of blue, green, and red light: Light intensity effects and underlying mechanisms. *Frontiers in plant science*, 12, 619987. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.619987>

- Mishra, P., Singh, U., Pandey, C.M., Mishra, P., Pandey, G. (2019). Application of student's t-test, analysis of variance, and covariance. *Annals of cardiac anaesthesia*, 22(4), 407-411. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_94_19
- Oka, Y., Yamamoto, K. (2019). Photoreceptor-mediated plant development. In *Plant Factory Using Artificial Light* (pp. 111-117). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813973-8.00011-7>
- Ostrenko, M.V., et al. (2011). Seed science and methods for determining the quality of agricultural crop seeds: a textbook. Vinnytsia, 247 p. (in Ukrainian)
- Osterlund, M.T., Wei, N., Deng, X.W. (2000). The roles of photoreceptor systems and the COP1-targeted destabilization of HY5 in light control of Arabidopsis seedling development. *Plant Physiology*, 124(4), 1520-1524. <https://doi.org/10.1104/pp.124.4.1520>
- Paik, I., Huq, E. (2019). Plant photoreceptors: Multi-functional sensory proteins and their signaling networks. *Seminars in cell & developmental biology*, Vol. 92, pp. 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.semcd.2019.03.007>
- Paradiso, R., Proietti, S. (2022). Light-quality manipulation to control plant growth and photomorphogenesis in greenhouse horticulture: The state of the art and the opportunities of modern LED systems. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(2), 742-780. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10337-y>
- Pasternak, T.P., Steinmacher, D. (2024). Plant growth regulation in cell and tissue culture *in vitro*. *Plants*, 13(2), 327. <https://doi.org/10.3390/plants13020327>
- Phillips, G.C., Garda, M. (2019). Plant tissue culture media and practices: an overview. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55, 242-257. <https://doi.org/10.1007/s11627-019-09983-5>
- Vonk, J., Shackelford, T.K. (2020). Photoperiodism in plants. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_374-1
- Wang, P., Abid, M.A., Qanmber, G., Askari, M., Zhou, L., Song, Y., ... Zhang, R. (2022). Photomorphogenesis in plants: The central role of phytochrome interacting factors (PIFs). *Environmental and Experimental Botany*, 194, 104704. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104704>
- Wang, W., Chen, Q., Botella, J. R., Guo, S. (2019). Beyond light: insights into the role of constitutively photomorphogenic1 in plant hormonal signaling. *Frontiers in Plant Science*, 10, 557. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00557>
- Xiaoying, L., Mingjuan, Y., Xiaodong, X., ABM, K., Atak, A., Caihong, Z., Dawei, L. (2022). Effect of light on growth and chlorophyll development in kiwifruit *ex vitro* and *in vitro*. *Scientia Horticulturae*, 291, 110599. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110599>
- Yuan, G., Gao, H., Yang, T. (2023). Exploring the role of the plant actin cytoskeleton: from signaling to cellular functions. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(20), 15480. <https://doi.org/10.3390/ijms242015480>
- Yun, F., Liu, H., Deng, Y., Hou, X., Liao, W. (2023). The role of light-regulated auxin signaling in root development. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5253. <https://doi.org/10.3390/ijms24065253>
- Zhao, S., Li, X., Kang, Y., Lin, Y., Wu, Y., Yang, Z. (2024). Photomorphogenesis and photosynthetic trait changes in melon seedlings responding to red and blue light. *Horticulturae*, 10(9), 961. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10090961>

Регуляція селективним світлом морфогенетичних реакцій *Glycine max* (L.)

Merr. за умов *in vivo* та *in vitro*

О.О. Авксентьева, Е.Д. Батуева, М.О. Фесенко

Робота присвячена дослідженню фотоморфогенетичних реакцій рослин на монохроматичне опромінення в умовах *in vivo* та *in vitro*. Метою роботи було дослідити вплив опромінення червоним (660 нм) та синім (450 нм) світлом на фотоморфогенез проростків та калюсної культури лінії сої культурної (*Glycine max* (L.) Merr.) в умовах *in vivo* та *in vitro*. Дослідження проводилися на 10-добових проростках та первинній калюсній культурі сої культурної (*Glycine max* (L.) Merr.) короткоденного сорту Clark. Аналізували проростання та інфікованість насіння, проводили аналіз ростових процесів, визначаючи лінійні розміри та біомасу дослідних проростків *in vivo*, в калюсній культурі за умов *in vitro* визначали швидкість росту, приріст та показники морфогенетичних реакцій: каллюсогенез, хлорофілогенез, ризогенез та некроз. Було показано, що опромінення червоним та синім стимулює проростання насіння, а опромінення синім світлом сприяє зниженню інфікованості проростків. В умовах *in vivo* опромінення червоним світлом інгібує видовження досліджуваних проростків, у той час коли опромінення синім світлом стимулює лінійний ріст проростків. Опромінення селективним світлом обох досліджуваних спектрів сприяє накопиченню біомаси у проростках. При цьому спостерігається органоспецифічність реакції: опромінення червоним світлом сприяє збільшенню біомаси надземної частини, а

опромінення синім світлом – в основному, кореневої частини. В умовах культури *in vitro* приріст первинної калюсної тканини гальмується під час опромінення червоним і синім світлом, порівняно з калюсами, культивованими у темряві. При перенесенні досліджуваних калюсів під біле світло, досліджували пролонговані ефекти. Пролонгований ефект впливу червоного та синього світла виражається у гальмуванні червоним світлом приросту калюсної тканини і відсутності впливу синього світла на ростовий індекс, порівняно з контролем. Опромінення синім світлом також стимулює прояв різних шляхів морфогенезу калюсної культури в умовах *in vitro*. Спостерігається однотиповість реакцій проростків та калюсної культури короткоденної лінії сої культурної в умовах культури *in vivo* та *in vitro*.

Ключові слова: фотобіотехнологія, фотоморфогенез *in vitro*, фоторецептори, селективне світло, *Glycine max* (L.) Merr., проростки, калюс

Цитування: Avksentieva O.O., Batueva Y.D., Fesenko M.O. (2025). Regulation of morphogenetic reactions of *Glycine max* (L.) Merr. by selective light *in vivo* and *in vitro*. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2025, 45, с. 105–114. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-7>

Про авторів:

Авксентьєва О. О. – кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів біологічного факультету, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна avksentyeva@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-3274-3410>

Батуєва Є. Д. – кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів біологічного факультету, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна batueva96@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0003-2532-7141>

Фесенко М. О. – кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів біологічного факультету, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна maksym.fesenko@karazin.ua, <https://orcid.org/0009-0005-9520-3779>

Внесок авторів: Авксентьєва О.О.: ідея, дизайн дослідження, обговорення результатів, редагування тексту; Батуєва Є.Д.: експериментальна робота, аналіз та візуалізація результатів, написання тексту; Фесенко М.О.: виконання експериментальної роботи, підбір та аналіз літературних джерел, участь в обговоренні результатів /

Authors Contribution: Avksentieva O.O.: idea, research design, discussion of results, editing the text; Batueva Y.D.: experimental work, analysis and visualization of results, writing the text; Fesenko M.O.: implementation of experimental work, selection and analysis of references, participation in the discussion of results.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Подано до редакції: 16.06.2025 / Прорецензовано: 21.07.2025 / Прийнято до друку: 24.08.2025 / Оприлюднено: 31.12.2025

DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-8>
UDC: 582.998:582.282.195.23

Evaluation of antifungal activity of "green" *Solidago canadensis* extracts H.V. Yavorska, N.M. Vorobets

The flowering aerial parts of the local invasive *Solidago canadensis* were collected in the vicinity of Lviv (Western Ukraine) during flowering in July and August 2024, leaves and inflorescences were separated and dried. Total polyphenols from crushed raw materials were extracted with distilled water, 20 %, 60 %, and 96 % aquatic ethanol solution under reflux condition and maceration. The content of total polyphenols in extracts was determined with a Folin–Ciocalteu reagent and with gallic acid as standard by spectrophotometric method. The strains of unicellular fungi have been used from the Microbial Culture Collection of Ivan Franko National University of Lviv, and method of diffusion in agar for anticandidal investigation. The purpose of the work was to analyze the antifungal activity of green extracts of leaves and inflorescences of *S. canadensis*, obtained by maceration and reflux methods. The most important results were obtained for aquatic-ethanol extracts. For all extracts obtained from aerial parts of *S. canadensis* were find a high content of total polyphenols (TPC): in leaves from 3.54 ± 0.04 to 8.55 ± 0.003 mg·g⁻¹ of dry weight (DW) in gallic acid equivalent (GAE) depend on extragent and method of extraction; in inflorescences extracts TPC ranged from 4.15 to 17.35 mg·g⁻¹ DW in GAE. Leaf extracts prepared with aqueous ethanol concentrations of 20%, 60% and 96% showed a zone of growth inhibition (ZGR) of fungi of 7.3–28.0 mm. Extracts of inflorescences had antifungal activity against investigated strains and diameter of ZGR ranged from 8.3 to 31.0 mm. Strong correlations have been found between the ZGR of the fungi *Kluyveromyces marxianus*, *Cutaneotrichosporon curvatus*, *Candida parapsilosis* and the content of polyphenols in the studied extracts. The activity of *S. canadensis* leaf and inflorescences extracts that we found will contribute to further more detailed study of their properties as antifungal.

Key words: *Solidago canadensis* L., polyphenolics, antifungal activity

Cite this article: Yavorska H.V., Vorobets N.M. (2025). Evaluation of antifungal activity of "green" *Solidago canadensis* extracts. The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Biology, 45, p. 115-123. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-8>

About the authors:

Yavorska H. V. – Ivan Franko National University of Lviv, 4 Hrushevsky St., Lviv, Ukraine, 79005; halyna.yavorska@lnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0641-0794>
Vorobets N. M. – Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska St., Lviv, Ukraine, 79010; vorobets_natalia@meduniv.lviv.ua, <https://orcid.org/000-0002-3831-5871>

Received: 31.07.2025 / Revised: 01.09.2025 / Accepted: 10.11.2025 / Published: 31.12.2025

Introduction

Antimicrobial resistance, which remains one of the greatest health threats in the 21st century, is the leading cause of death worldwide. This problem is constantly increasing, as noted in a recent study, highlighting the global burden of antibiotic resistance and the need for urgent action to overcome it (GBD 2021). Medicinal plants that contain a variety of biologically active substances can be a powerful source of antimicrobial compounds with minimal toxicity and significant pharmacological effects. The genus *Solidago* L. (Compositae: Asteraceae) includes about 140 species, which are distributed worldwide (Semple, Beck, 2021), particularly in Europe (Marksa et al., 2020). Some of them are considered native, some are invasive or hybrids (Marksa et al., 2020). Several *Solidago* spp. are growing in Ukraine and use as medicinal (Grodzinsky D.M., 1992; Nosal', 1992). Recently, populations of the invasive species *S. canadensis* have significantly increased in Ukraine (Dvirna, 2015; Кузярін та ін., 2020). Simultaneously with the possible negative impact of invasive species on the natural environment, in particular, displacement of local species, etc. (EPPO Lists, 2023), such plants can become medicinal if complexes of substances with biological activity are found in their composition.

Various groups of phenolic compounds, saponins, essential oils, monoterpenes and sesquiterpenes, and tannins etc. have been reported in the raw materials of *Solidago* spp. (Apati et al., 2002; Woźniak et al., 2018; Marksa et al., 2020; Poljuha et al., 2024; Radušienė et al., 2024). Antibacterial and other types of pharmacological activity of *Solidago* spp. are known (Mishra et al., 2010; Kołodziej et al., 2011; Krüzselyi et al., 2021; Baglyas et al., 2022; Baglyas et al., 2023). The leaves and inflorescences of native, invasive, and hybrid *Solidago* spp. have high antioxidant activity (Marksa et al., 2020), which usually contributes to antimicrobial activity.

Extracts from *Solidago* spp. roots inhibited the plant pathogenic fungi *Fusarium avenaceum* and *Bipolaris sorokiniana* (Krüzselyi et al., 2021). In recent years, there has been a significant increase in fungal diseases caused by the yeast-like fungi *Candida* (Mohamed et al., 2019). The crude aqueous extract of *S. virgaurea* was a potent inhibitor of *Candida albicans* biofilm formation, preventing fungal adhesion to surfaces and disrupting the extracellular matrix, although *in vitro* these extracts were not inhibitors of fungal growth (Chevalier et al., 2019). Studies of the antifungal activity of plant extracts remain relevant and open new prospects for their search among *Solidago* spp. The antifungal properties of aqueous-ethanolic extracts of *S. canadensis* have not been thoroughly studied.

The aim of this study was to prepare extracts and quantify the content of polyphenols in the leaves and inflorescences of *S. canadensis* from wild populations in Western Ukraine, to study the antifungal activity of these extracts, and to predict the importance of this plant material for possible use as a source of antifungal activity. The object of the research was the antifungal properties of aqueous and aqueous-ethanolic extracts from the leaves and inflorescences of *S. canadensis* L.

Material and Methods

Sample collection of *Solidago canadensis* was performed from wild populations in Lviv district, Ukraine in 2024. The botanical identification of taxa was performed following to the morphological description of Plant Identifier and voucher plant sample.

30-40 centimeter flowering tops were cut, dissected into inflorescences and leaves, and dried at 25 °C in the shade. Dried plants materials were then stored in paper bags until research. Dry inflorescences and leaves were separately ground in a mechanical mill, sieved through a sieve with a diameter of 3 mm and used to extracts preparation. The work used "green extraction", that is, solvents (extractants) were used - water and aqueous ethanol (AE) of various concentrations, which are non-toxic and extract a wide range of biologically active compounds, in particular of a phenolic nature. AE extracts of inflorescences and leaves were prepared with 20%-, 60%- and 96% aqueous ethanol by the reflux method at 60-80 °C for 30 min and by the maceration method in the dark at 25 °C for 14 days. Extraction was carried out in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of Ukraine: (ratio of sample: extractant = 1:20 (mass, g/volume, ml). After cooling or infusing, each extract was filtered through a paper filter. The extracts thus obtained were used in the experiment. Extracts were prepared by methods in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of Ukraine (2015).

The total polyphenol content (TPC) in extracts was determined according to the method with Folin-Ciocalteu reagent as described by Chew et al. (2011) and Yavorska et al. (2023). 1 ml of the test extract was mixed with 1 ml of diluted Folin-Ciocalteu reagent (10 times); incubated at room temperature for 4 min. Then 0.8 ml of 7.5% (w/v) sodium carbonate solution was added. All this was thoroughly mixed for 5 s and stored in the dark at room temperature for 2 h. To measure the extinction, a ULAB 102UV (measuring range 190–1100 nm) was used and measured at a wavelength of 650 nm. A control sample was prepared identically by replacing 1 ml of extract with 1 ml of bidistilled water.

The antifungal effect of the extracts was detected by diffusion into a dense medium, in which 0.2 ml of aqueous and aqueous-ethanolic extract from the wells diffused into agar. Approximately 20 ml of nutrient medium (Sabureau agar) was poured into sterile Petri dishes. After the medium solidified, the Petri dishes were inoculated with prepared thick suspensions standardized to 0.5 McFarland. 4–5 wells with a diameter of 6 mm were cut with a flamed drill, maximally spaced from each other. The dishes with extracts in the wells were placed in a thermostat at a temperature of 28±1 °C for two days.

Two-day-old yeasts were used as test cultures: *Kluyveromyces marxianus* ATCC 4922 (formerly *Candida pseudotropicalis* VKM Y-922), *Cutaneotrichosporon curvatus* ATCC 10567 (formerly *Candida curvata* VKM Y-2230), *C. parapsilosis* ATCC 22019, *Saitozyma flava* ATCC 10656 (formerly *Candida flava* VKM Y-331), *Papiliotrema laurentii* ATCC18803 (formerly *Cryptococcus laurentii* VKM Y-743) from the culture museum of the Department of Microbiology of the Ivan Franko National University of Lviv. Test cultures of fungi were grown on glucose-peptone agar (Sabureau medium) for 48 h in a thermostat at a temperature of 28±1 °C. After cultivation, the diameter of the zone of growth retardation (ZGR) was measured with a ruler. Fluconazole (150 mg) and extractants (20%, 60%, 96% aqueous ethyl alcohol) were used as controls. To assess antifungal activity, the criteria according to Cappelli et al. (2021) were used: the diameter of the ZGR was up to 10 mm and the fungus was considered resistant to the extract; 11–12 mm – moderately sensitive; more than 13 mm – sensitive, more than 20 mm – highly sensitive.

Statistical analysis of the results was performed using the Microsoft Office Excel 2010 software package. The statistical program: Jamovi 2.3.21 was used for correlation analysis of the obtained data. The scales were consistent with the normal distribution. To test the hypothesis of the relationship between the diameter of the ZGR and the content of TPC, Pearson's linear pairwise correlation was used. The experiments were conducted in five replicates.

Results

The favorable pre-validation characteristics obtained by other authors confirmed that the spectrophotometric procedure with Folin-Ciocalteu reagent is a valuable tool in the analysis of polyphenols in plants (Grubesić et al., 2005), the results of which are presented in Table 1.

Table 1. The content of total polyphenols in *Solidago canadensis* extracts, $M \pm \sigma$, $n=5$

Plant material	Solvent, method of extraction	TPC, $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ DW in gallic acid equivalent
Leaves	20% AE, M	4.13 ± 0.34
	60% AE, M	3.54 ± 0.04
	96% E, M	4.67 ± 0.58
	Distilled H_2O , R	–
	20% AE, R	6.20 ± 0.003
	60% AE, R	8.08 ± 0.63
	96% E, R	8.55 ± 0.003
Inflorescences	20% AE, M	4.15 ± 0.16
	60% AE, M	8.64 ± 0.35
	96% E, M	17.36 ± 0.41
	Distilled H_2O , R	6.56 ± 0.35
	20% AE, R	6.61 ± 2.71
	60% AE, R	9.92 ± 1.63
	96% E, R	6.03 ± 0.26

Note: AE – aqueous ethanol, E – ethanol; R – reflux method, M – method of maceration

The results showed the variety of TPC between different upground plant parts (leaves: up to 8.55 ± 0.003 and inflorescences: up to 17.36 ± 0.41 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ DW in gallic acid equivalent). Both extraction methods revealed significant differences in total phenolic content among the investigated species. Comparing the two extraction methods, AE extracts showed significantly higher TPC values than water extracts. Detected ranges of TPC are in agreement with some earlier studies, although with slight quantitative differences.

Studies of the antifungal activity of extracts from the inflorescences and leaves against *K. marxianus*, *C. curvatus*, *C. parapsilosis*, *S. flava*, and *P. laurentii* using the well method made it possible to establish that these extracts differently inhibited the studied yeast cultures (Table 2).

Antifungal properties of extracts from the leaves in relation to the test cultures indicate that they mostly suppress the indicated yeast cultures (Table 2).

Aqueous extracts from the leaves did not show any effect on the tested fungal cultures. And the extracts made with 20- and 60-% AE from the leaves by the reflux method showed the least inhibitory effect on the culture of *P. laurentii* (ZGR: 7.9 and 9.7 mm). Most of the tested extracts significantly affected the tested fungal cultures, which was manifested by high ZGR values, sometimes more than 20.0 mm (Table 2). The tested fungal cultures were mostly sensitive to the investigated “green” extracts of *S. canadensis* inflorescences (see Table 2).

Aqueous extracts had no inhibitory effect on the tested fungi.

Strong correlations ($r \geq 0.7$) have been found between the ZGR of the fungi *K. marxianus*, *C. curvatus*, *C. parapsilosis* and the content of polyphenols in the studied extracts (Table 3). No correlations were found between the studied biologically active compounds and growth inhibition zones for *S. flava* and *P. laurentii*. A highly reliable relationship was established between the phenolic compounds of *S. canadensis* leaf extracts: 60% reflux and 20% maceration, as well as flowers: 60% reflux and zones of growth inhibition of *C. curvatus*.

Table 2. Effect of *Solidago canadensis* inflorescences and leaves extracts on fungi

Plant extract, ethanol concentration in the extractant in %, extraction method		Test cultures, diameter of growth retardation zone, mm				
		<i>Kluyveromyces marxianus</i>	<i>Cutaneotrichosporon curvatus</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Saitozyma flava</i>	<i>Papiliotrema laurentii</i>
Control, fluconazole		24.3±0.5	35.4±0.3	35.6±2.1	30.2±1.2	35.0±1.3
Leaves	Aqueous, R	8.7±0.5	6.2±0.3	9.1±0.3	7.7±0.5	6.8±0.2
	AE 20, R	21.0±0.5	7.3±0.3	22.7±0.5	15.0±0.5	9.7±0.3
	AE 60, R	17.0±0.5	14.0±0.5	20.7±0.3	12.7±0.3	7.9±0.5
	E 96, R	9.3±0.2	20.4±0.5	25.5±0.2	11.7±0.3	21.2±0.5
	AE 20, M	28.0±0.4	16.0±0.5	19.7±0.7	9.6±0.3	23.3±0.7
	AE 60, M	19.3±0.5	14.3±0.3	8.5±0.5	25.2±0.5	12.6±0.3
	E 96, M	17.7±0.3	19.0±0.5	27.7±0.3	14.3±0.3	11.7±0.3
Inflorescences	Aqueous, R	6.3±0.3	6.3±0.3	6.3±0.3	7.3±0.3	6.3±0.3
	AE 20, R	22.3±0.3	23.3±0.3	19.0±0.0	10.7±0.3	12.7±0.3
	AE 60, R	15.3±0.3	19.1±0.5	8.7±0.3	8.3±0.3	14.0±0.3
	E 96, R	31.0±0.5	26.3±0.5	24.6±0.5	30.2±0.4	19.7±0.7
	AE 20, M	22.3±0.3	23.0±0.5	16.3±0.1	12.7±0.3	10.7±0.3
	AE 60, M	7.3±0.2	21.1±0.5	10.7±0.3	14.0±0.4	13.3±0.3
	E 96, M	27.6±0.5	27.6±0.5	22.7±0.3	17.0±0.5	15.3±0.3

Note: AE – aqueous ethanol, E – ethanol; R – reflux method, M – method of maceration; the table grid where the extracts inhibited the test cultures are marked in color.

Applying a two-factor variance analysis to determine the share of the influence of extracts and extraction methods, it was established (Fig. 1) that the ZGR of the studied yeast cultures are most influenced by: when using 20% aqueous ethanol for the preparation of inflorescence extracts – the culture itself (96.9%, $p < 0.001$), and leaf extracts – the culture (70.8); when using 60% aqueous ethanol for the preparation of inflorescence and leaf extracts – the culture (60.8 and 56.4%, respectively); for 96% aqueous ethanol extracts of inflorescences, the culture is important (61.0%), and for aqueous ethanol extracts of leaves – the unaccounted factors (50.8%).

Thus, extracts from the leaves and inflorescences of *S. canadensis* made with aqueous-ethanol of various concentration showed a high inhibitory effect on various fungi strains.

Discussion

Fungi often maintain symbiotic relationships with their hosts, but they can cause mucosal infections in healthy individuals and systemic/life-threatening infections in immunocompromised individuals. Fungal pathogenesis is a multifaceted process involving a variety of mechanisms and pathways. *Candida* spp. are

Table 3. Results of correlation analysis of inhibition zone diameter with phenolic content in *Solidago canadensis* leaf and inflorescence extracts (n=3, Pearson's $r \geq 0.7$)

Plant extract, ethanol concentration in the extractant in %, extraction method		<i>Kluyveromyces marxianus</i>	<i>Cutaneotrichosporon curvatus</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Saitozyma flava</i>	<i>Papiliotrema laurentii</i>
Leaves	20, R	-0.866	X	+0.866	X	X
	60, R	-0.866	+1.000*	X	X	X
	96, R	+0.933	+0.629	X	X	X
	20, M	X	+1.000*	X	X	X
	60, M	-0.693	+0.971	+0.971	X	X
	96, M	X	-0.974	+0.956	X	X
Inflorescences	20, R	+0.756	X	X	X	X
	60, R	+1.000*	X	X	X	X
	96, R	X	X	X	X	X
	20, M	-0.500	X	X	X	X
	60, M	+0.693	X	+0.693	X	X
	96, M	-0.995	X	+0.585	X	X

Note: X – there is no correlation, - – negative correlation, + – positive correlation; R – reflux method, M – method of maceration; * $p < 0.001$.

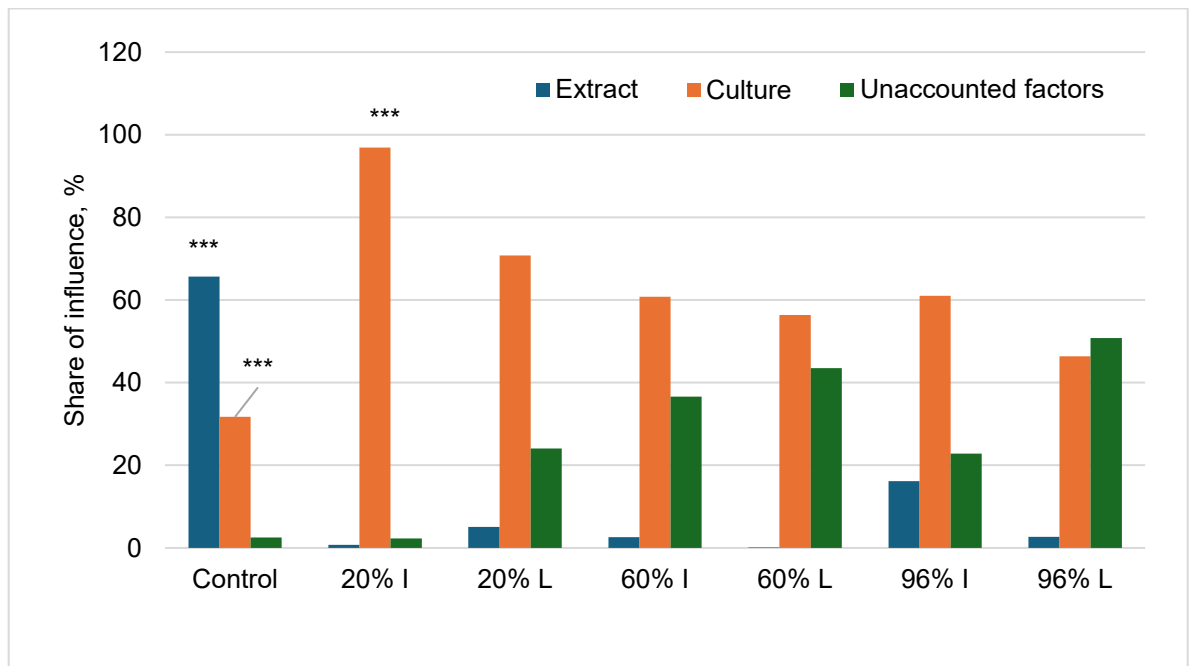


Figure 1. The share of influence of extracts and extraction methods on zones of yeast growth retardation, %; I – inflorescences, L – leaves (***) – $p < 0.001$

facultative anaerobes, and therefore more often affect organs and tissues with a high oxygen content. *Candida* pathogenicity is mediated by a number of virulence factors, the most important of which are adherence to host surfaces, including medical devices, biofilm formation, and secretion of hydrolytic enzymes (eg, proteases, phospholipases, and hemolysins) (Silva et al., 2012).

K. marxianus also known as *C. kefir* is a rarely documented fungal pathogen, mostly this is a pathogen that appears in patients with malignant tumors (Dufresne et al., 2014).

C. parapsilosis often causes fungal bloodstream infections, especially in critically ill newborns and immunocompromised individuals. Biofilm formation significantly increases the risk of infection during the use of indwelling catheters and other medical devices, and also complicates treatment, as the cells in the biofilm exhibit reduced sensitivity to antifungal drugs. The presence of a biofilm may be an important clinical factor influencing the choice of further therapeutic strategy (Gómez-Molero et al., 2021).

The genus *Cryptococcus* is characterized by globular or elongated yeast-like cells, or blastoconidia, which reproduce by budding (Kurtzman et al., 2011). The main pathogenic species are *Cryptococcus neoformans* and *C. gattii* that cause opportunistic infection, especially in immunocompromised and groups such as those with haematopoietic malignancy, solid transplant patients and therapy for rheumatoid arthritis (Gibson, Johnston, 2015).

Cryptococcus albidus and *Cryptococcus laurentii* have also occasionally been implicated in human infection. Several environmental and human isolate species of *Cryptococcus* have been identified to cause invasive infections in humans, leading to high morbidity (Singh et al., 2017). Due to the limited number of reported cases, there is no validated standard treatment for *C. laurentii* infection (Thompson et al., 2023).

The main therapeutic agents for the treatment of candidiasis are antifungal agents, although the optimal therapy for some fungal illnesses has not been fully determined (Bush 2020). Increasing use of broad-spectrum antibiotics, an ever-expanding range of immunosuppressive disease states and treatments (e.g. for cancer and following solid organ transplantation), and advances in intensive care medicine have led to rising incidence of invasive candidiasis over the past two decades (Murphy, Bicanic, 2021). An increasing number of *Candida* species that are resistant to first line antifungal treatments (azoles or echinocandins) are being identified (Pfaller et al., 2011; Castanheira et al., 2013), particularly in high antifungal use settings thereby almost eliminating all current treatment options (Healey et al., 2016). Yeast infections that are resistant to fluconazole and other synthetic antifungal agents require alternative antifungal treatment. Natural products, both in the form of pure phytocompounds and standardized plant extracts, provide unlimited opportunities for new pharmaceutical developers due to their unparalleled chemical diversity (Mishra et al., 2020).

All aqueous-ethanolic extracts of leaves and inflorescences of *S. canadensis* prepared and studied in this work had high anti-fungal activity against all tested fungi, although lower compared to the reference antibiotic fluconazole.

There are few conducted research studies about the antifungal effect of the vegetal extract and EO of *S. canadensis*, such as Elshafie et al. (2019), who reported that the essential oil (EO) of *S. canadensis* showed promising antifungal activity against some post-harvest phytopathogenic fungi (*Monilinia fructicola*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger* and *Penicillium expansum*).

The content of phenolic compounds in the leaves we found is comparable to that obtained by other researchers (Deng et al., 2015).

Identifying antifungal properties in plants against these and other pathogenic yeasts remains a critically important task. Yeast may be susceptible to varying degrees of exposure to the *S. canadensis* extracts we investigated. And we attribute this to the BAS content, including phenolic compounds. The observed results were supported by previous studies as the presence of phenols, flavonoids, in the leaf and inflorescence of *S. canadensis* was reported by Woźniak et al. (2018). Crude AE extracts of *S. canadensis* were found to be rich in phenolic content, but correlative analysis suggests that there are other groups of compounds, which significantly affect their antifungal activity.

Conclusions

Therefore, *Solidago canadensis* green extracts of leaves and inflorescences rich in polyphenolics and, at all tested concentrations demonstrated promising *in vitro* antifungal activities against the majority of tested yeasts. There have been discovered that the studied aqueous-ethanolic extracts of leaves and inflorescences of *S. canadensis* affected the studied yeast cultures (ZGR: from 15.3 to 31.0 mm). Two-factor analysis of variance was used to determine the proportions of the effects of extracts and extraction methods on the zones of fungal growth inhibition. It was found that when using 20% aqueous-ethanol extracts of inflorescences, the proportion of the effect of yeast cultures was 96.9% ($p < 0.001$). The proportions of the effects of factors in the controls were statistically significant. Strong correlations were found between the growth retardation zones of *Kluyveromyces marxianus*, *Cutaneotrichosporon curvatus*,

Candida parapsilosis and the content of total polyphenols in the studied extracts. In general, the results of studies on the effects of extracts of leaves and inflorescences of *S. canadensis* confirm their potential antifungal effect.

It is obvious that further study of the sensitivity profiles of fungal strains to plant extracts can help in establishing directions for studying their interaction and establishing further therapeutic recommendations. The prevalence of *S. canadensis*, due to high allelopathic properties and seed productivity, provide a significant raw material base for use. Using the studied potential of *S. canadensis* makes it an excellent candidate for development in creating new antifungal drugs.

References

- Гродзинський, Д. М. (Ред.). (1992). *Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник*. Видавництво "Українська енциклопедія" ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр "Олімп". [Grodzinsky, D. M. (Ed.). (1992). *Medicinal Plants: Encyclopedic Reference*. Publishing House "Ukrainian Encyclopedia" named after M. P. Bazhan, Ukrainian Production and Commercial Center "Olympus". (In Ukrainian)]
- Державне підприємство "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів". (2015). *Державна фармакопея України: у 3 т.* (Т. 1). ДП "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів". [State Enterprise "Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for the Quality of Medicines". (2015). *State Pharmacopoeia of Ukraine: In 3 vol.* (Vol. 1). SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for the Quality of Medicines" (in Ukrainian)].
- Кузярін, О. Т., Сичак, Н. Н., Кагало, А. А. (2020). Спонтані судинні рослини території регіонального ландшафтного парку "Знесіння" (Львів). *Праці Державного природознавчого музею*, 36, 181–194. <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.181-194> [Kuziyarin, O. T., Sychak, N. N., Kahalo, A. A. (2020). Spontani sudynni roslyny terytorii rehionalnoho landshaftnoho parku Znesinnia; (Lviv). *Pratsi Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu*, 36, 181–194. <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2020.36.181-194> (In Ukrainian)]
- Apati, P., Szentmihályi, K., Balázs, A., Baumann, D., Hamburger, M., Kristó, T. S., Szőke, É., Kéry, Á. (2002). HPLC analysis of the flavonoids in pharmaceutical preparations from Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*). *Chromatographia*, 56(1-12), 65–68. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(03\)00207-3](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(03)00207-3)
- Baglyas, M., Ott, P. G., Garádi, Z., Glavnik, V., Béni, S., Vovk, I., Móricz, Á. M. (2022). High-performance thin-layer chromatography–Antibacterial assay first reveals bioactive clerodane diterpenes in Giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.). *Journal of Chromatography A*, 1677, 463308. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2022.463308>
- Baglyas, M., Ott, P. G., Schwarczinger, I., Nagy, J. K., Darcsi, A., Bakonyi, J., Móricz, Á. M. (2023). Antimicrobial diterpenes from Rough goldenrod (*Solidago rugosa* Mill.). *Molecules*, 28(9), 3790. <https://doi.org/10.3390/molecules28093790>
- Bush, A. (2020). Kids, difficult asthma and fungus. *Journal of Fungi*, 6(2), 55. <https://doi.org/10.3390/jof6020055>
- Cappelli, G., Mariani, F. (2021). A systematic review on the antimicrobial properties of Mediterranean wild edible plants: We still know too little about them, but what we do know makes persistent investigation worthwhile. *Foods*, 10(9), 2217. <https://doi.org/10.3390/foods10092217>
- Castanheira, M., Messer, S. A., Rhomberg, P. R., Pfaller, M. A. (2016). Antifungal susceptibility patterns of a global collection of fungal isolates: Results of the SENTRY Antifungal Surveillance Program. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 85(2), 200–204. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2016.02.009>
- Chevalier, M., Doglio, A., Rajendran, R., Ramage, G., Prêcheur, I., Ranque, S. (2019). Inhibition of adhesion-specific genes by *Solidago virgaurea* extract causes loss of *Candida albicans* biofilm integrity. *Journal of Applied Microbiology*, 127(1), 68–77. <https://doi.org/10.1111/jam.14289>
- Chew, K. K., Ng, S. Y., Thoo, Y. Y., Khoo, M. Z., Mustapha, W. A., Ho, C. W. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*, 18(2), 571–578.
- Deng, Y., Zhao, Y., Padilla-Zakour, O., Yang, G. (2015). Polyphenols, antioxidant and antimicrobial activities of leaf and bark extracts of *Solidago canadensis* L. *Industrial Crops and Products*, 74, 803–809. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.014>
- Dufresne, S. F., Marr, K. A., Sydnor, E., Staab, J. F., Karp, J. E., Lu, K., Zhang, S. X., Lavallée, C., Perl, T. M., Neofytos, D. (2014). Epidemiology of *Candida kefyr* in patients with hematologic malignancies. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(6), 1830–1837. <https://doi.org/10.1128/JCM.00131-14>
- Dvirna, T. S. (2015). Distribution of selected invasive plant species in the Romensko Poltavsky Geobotanical District (Ukraine). *Biodiversity Research and Conservation*, 40, 37–47. <https://doi.org/10.1515/biorc-2015-0033>

- Elshafie, H. S., Gruľová, D., Baranová, B., Caputo, L., De Martino, L., Sedlák, V., Camele, I., De Feo, V. (2019). Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil extracted from *Solidago canadensis* L. growing wild in Slovakia. *Molecules*, 24(7), 1206. <https://doi.org/10.3390/molecules24071206>
- EPPO. (n.d.). *Lists of invasive alien plants*. Retrieved August 22, 2023, from https://www.eppo.int/ACTIVITIES/invasive_alien_plants/iap_lists
- GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: A systematic analysis with forecasts to 2050. *Lancet*, 404(10459), 1199–1226. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01867-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1)
- Gibson, J. F., Johnston, S. A. (2015). Immunity to *Cryptococcus neoformans* and *C. gattii* during cryptococcosis. *Fungal Genetics and Biology*, 78, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2014.11.006>
- Gómez-Molero, E., De-la-Pinta, I., Fernández-Pereira, J., Groß, U., Weig, M., Quindós, G., de Groot, P. W. J., Bader, O. (2021). *Candida parapsilosis* colony morphotype forecasts biofilm formation of clinical isolates. *Journal of Fungi*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.3390/jof7010033>
- Grubesić, R. J., Vuković, J., Kremer, D., Vladimir-Knezević, S. (2005). Spectrophotometric method for polyphenols analysis: Prevalidation and application on *Plantago* L. species. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 39(3–4), 837–842. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2005.05.004>
- Healey, K. R., Zhao, Y., Perez, W. B., Lockhart, S. R., Sobel, J. D., Farmakiotis, D., Kontoyiannis, D. P., Sanglard, D., Taj-Aldeen, S. J., Alexander, B. D., Jimenez-Ortigosa, C., Shor, E., Perlin, D. S. (2016). Prevalent mutator genotype identified in fungal pathogen *Candida glabrata* promotes multi-drug resistance. *Nature Communications*, 7, 11128. <https://doi.org/10.1038/ncomms11128>
- Kołodziej, B., Kowalski, R., Kedzia, B. (2011). Antibacterial and antimutagenic activity of extracts aboveground parts of three *Solidago* species: *Solidago virgaurea* L., *Solidago canadensis* L. and *Solidago gigantea* Ait. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 6770–6779. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1098>
- Krűzselyi, D., Bakonyi, J., Ott, P. G., Darcsi, A., Csontos, P., Morlock, G. E., Moricz, A. M. (2021). Goldenrod root compounds active against crop pathogenic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(41), 12686–12694. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03676>
- Kurtzman, C. P., Fell, J. W., Boekhout, T., Robert, V. (2011). Methods for isolation, phenotypic characterization and maintenance of yeast. In C. P. Kurtzman, J. W. Fell, T. Boekhout (Eds.), *The yeasts, a taxonomy* (5th ed., pp. 87–110). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52149-1.00007-0>
- Marksa, M., Zymone, K., Ianauskas, L., Radušienė, J., Pukalskas, A., Raudonė, L. (2020). Antioxidant profiles of leaves and inflorescences of native, invasive and hybrid *Solidago* species. *Industrial Crops and Products*, 145, 112123. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112123>
- Mishra, D., Joshi, S., Bisht, G., Pilkhwal, S. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of *Solidago canadensis* Linn. root essential oil. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 1, 187–190.
- Mishra, K. K., Kaur, C. D., Sahu, A. K., Panik, R., Kashyap, P., Mishra, S. P., Dutta, S. (2020). Medicinal plants having antifungal properties. In *Medicinal plants—Use in prevention and treatment of diseases*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90674>
- Mohamed, A. A., Lu, X.-L., Mounmi, F. A. (2019). Diagnosis, treatment of esophageal candidiasis: Current updates. *The Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2019, Article e3585136. <https://doi.org/10.1155/2019/3585136>
- Murphy, S. E., Bicanic, T. (2021). Drug resistance and novel therapeutic approaches in invasive candidiasis. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, Article 759408. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.759408>
- Nosal', I. (1992). From plant to human. Veselka, Kyiv, 606 p. (In Ukrainian)
- Pfaller, M., Moet, G. J., Messer, S. A., Jones, R. N., Castanheira, M. (2011). Geographic variations in species distribution and echinocandin and azole antifungal resistance rates among *Candida* bloodstream infection isolates: Report from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (2008 to 2009). *The Journal of Clinical Microbiology*, 49(1), 396–399. <https://doi.org/10.1128/JCM.01398-10>
- Poljuha, D., Sladonja, B., Uzelac Božac, M., Šola, I., Damijanić, D., Weber, T. (2024). The invasive alien plant *Solidago canadensis*: Phytochemical composition, ecosystem service potential, and application in bioeconomy. *Plants*, 13(13), 1745. <https://doi.org/10.3390/plants13131745>
- Radušienė, J., Karpavičienė, B., Vilkickytė, G., Marksa, M., Raudonė, L. (2024). Comparative analysis of root phenolic profiles and antioxidant activity of five native and invasive *Solidago* L. species. *Plants*, 13(1), 132. <https://doi.org/10.3390/plants13010132>
- Semple, J. C., Beck, J. B. (2021). Revised infrageneric classification of *Solidago* (Asteraceae: Astereae). *Phytoneuron*, 2021(10), 1–6.
- Silva, S., Negri, M., Henriques, M., Oliveira, R., Williams, D. W., Azeredo, J. (2012). *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis* and *Candida tropicalis*: Biology, epidemiology, pathogenicity, and antifungal resistance. *FEMS Microbiology Reviews*, 36(2), 288–305. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00278.x>

Singh, A., MacKenzie, A., Girnun, G., Del Poeta, M. (2017). Analysis of sphingolipids, sterols, and phospholipids in human pathogenic *Cryptococcus* strains. *Journal of Lipid Research*, 58(10), 2017–2036. <https://doi.org/10.1194/jlr.M078600>

Thompson, G. R., 3rd, Jenks, J. D., Baddley, J. W., Lewis, J. S., 2nd, Egger, M., Schwartz, I. S., Boyer, J., Patterson, T. F., Chen, S. C., Pappas, P. G., Hoenigl, M. (2023). Fungal endocarditis: Pathophysiology, epidemiology, clinical presentation, diagnosis, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 36(3), Article e0001923. <https://doi.org/10.1128/cmr.00019-23>

Woźniak, D., Ślusarczyk, S., Domaradzki, K., Dryś, A., Matkowski, A. (2018). Comparison of polyphenol profile and antimutagenic and antioxidant activities in two species used as source of *Solidaginis herba* – Goldenrod. *Chemistry & Biodiversity*, 15(3), e1800023. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800023>

Yavorska H.V., Vorobets N.M., Yavorska N.Y., Fafula R.V. (2023). Screening of anticandidal activity of *Vaccinium corymbosum* shoots' extracts and content of polyphenolic compounds during seasonal variation. *Studia Biologica*, 17(1), 3–18. <https://doi.org/10.30970/sbi.1701.699>

Оцінка протигрибкової активності «зелених» екстрактів *Solidago canadensis* Г.В. Яворська, Н.М. Воробець

Квітучі надземні частини інвазійної рослини *Solidago canadensis* були зібрані в околицях Львова (Західна Україна) під час цвітіння в липні та серпні 2024 року, листки та суцвіття були відокремлені та висушені. Загальні поліфеноли з подрібненої сировини екстрагували «зеленими» екстрагентами – дистильованою водою, а також 20%-, 60%- та 96% водно-етанольними розчинами під час нагрівання на нагрівнику за умов кипіння та методом мацерації. Вміст загальних поліфенолів в екстрактах визначали за допомогою реактиву Фоліна–Чокальтеу спектрофотометричним методом та з використанням галоїдної кислоти як стандарту. Штами одноклітинних грибів використовували з колекції мікробних культур кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка, а для антикандидозного дослідження – метод дифузії в агар. Метою роботи було аналізувати антигрибкову активність зелених екстрактів листків і суцвіть *S. canadensis*, отриманих методами мацерації і рефлюксу. Найважливіші результати були отримані для водно-етанольних екстрактів. Для всіх екстрактів, отриманих з надземної частини *S. canadensis*, було виявлено високий загальний вміст поліфенолів (ЗВП): у листках від 3,54±0,04 до 8,55±0,003 мг·г⁻¹ сухої маси в перерахунку на галову кислоту залежно від екстрагенту та методу екстракції; в екстрактах суцвіть ЗВП коливався від 4,15 до 17,35 мг·г⁻¹ сухої маси в перерахунку на галову кислоту. Екстракти листків, виготовлені з водним етанолом концентрацій 20%-, 60%- та 96% демонстрували діаметри зони затримки росту (ЗЗР) досліджених грибів 7,3–28,0 мм. Екстракти суцвіть мали протигрибкову активність проти досліджуваних штамів, а діаметр ЗЗР коливався від 8,3 до 31,0 мм. Виявлено сильні кореляційні зв'язки між зонами інгібування грибів *Kluyveromyces marxianus*, *Cutaneotrichosporon curvatus*, *Candida parapsilosis* та вмістом поліфенолів у досліджуваних екстрактах. Виявлена нами активність екстрактів листків та суцвіть *S. canadensis* сприятиме подальшому детальнішому вивченню їх властивостей як протигрибкових засобів.

Ключові слова: *Solidago canadensis* L., поліфеноли, протигрибкова активність

Цитування: Yavorska H.V., Vorobets N.M. (2025). Evaluation of antifungal activity of “green” *Solidago canadensis* extracts. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*, 2025, 45, с. 115–123. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2025-45-8>

Про авторів:

Яворська Г. В. – Львівський національний університет імені Івана Франка, 79005, вул. Грушевського, 4, Львів, Україна; halyna.yavorska@lnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0641-0794>

Воробець Н. М. – Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, 79010, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна; vorobets_natalia@meduniv.lviv.ua, <https://orcid.org/000-0002-3831-5871>

Authors contribution: All authors have contributed equally to this work. / **Внесок авторів:** Усі автори зробили рівнозначний внесок у підготовку цієї роботи.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest. / **Конфлікт інтересів:** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Use of Artificial Intelligence: The authors certify that no generative artificial intelligence tools were used in the conduct of the research or in the preparation of this manuscript. / **Використання штучного інтелекту:** Автори засвідчують, що під час проведення дослідження та підготовки цього рукопису генеративний штучний інтелект не використовувався.

Подано до редакції: 31.07.2025 / **Прорецензовано:** 01.09.2025 / **Прийнято до друку:** 10.11.2025 / **Оприлюднено:** 31.12.2025

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ
журналу «Вісник Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія»

У журналі публікуються результати досліджень за всіма напрямками біологічних наук. До публікації приймаються:

- закінчені оригінальні роботи, що досі ніде не видавалися;
- описи оригінальних методів та приладів;
- теоретичні та оглядові статті;
- матеріали та повідомлення про події наукового життя;
- рецензії на книги.

Статті друкуються українською та англійською мовами.

Текст експериментальної статті має складатися з наступних розділів: «Вступ», «Методика» («Об'єкти та методи дослідження»), «Результати», «Обговорення» (можливий об'єднаний розділ «Результати та обговорення»), «Перелік посилань». Тексти статей повинні бути виконані у редакторі Ms Word з використанням шрифту Arial – 10 pt; абзац – 1 см; міжрядковий інтервал – одинарний; поля: верхнє та нижнє – 3,5 см; лівє – 2,5 см, правє – 2 см. Текст статті починається з індексу УДК, далі заголовок (Arial – 12 pt), ініціали та прізвища авторів (Arial – 10 pt), повні назви наукових установ, адреси електронної пошти (Arial – 9 pt). Анотація розміщується під «шапкою» статті мовою оригіналу (Arial – 9 pt). Під анотацією друкується список ключових слів (не більше 10). Далі друкуються анотації (Arial – 9 pt) англійською і українською мовами разом із транскрипціями прізвищ авторів, перекладом назви роботи і відповідними списками ключових слів. Обсяг кожного з трьох резюме – не менш ніж 1800 фонетичних символів. Таблиці і рисунки розміщуються у тексті. Назви таблиць і рисунків та примітки до них подаються українською та англійською мовами. Посилання на літературу у тексті подаються у круглих дужках із вказуванням прізвища автора та року видання. Список використаних джерел оформлюється за алфавітом (спочатку – джерела кирилицею, потім – латиницею), без нумерації.

Бібліографічний опис джерел та посилань у тексті виконується відповідно до вимог МОН України, зокрема – ДСТУ 8302:2015, але у варіанті, наближеному до норм стилю APA (American Psychological Association). При описі друкованого джерела обов'язково слід зазначати місце видання (місто), видавництво, рік видання, загальну кількість сторінок (у періодичних виданнях – сторінки статті). Бібліографічний опис джерел англійською мовою (References) оформлюється відповідно до норм стилю APA (American Psychological Association). Джерела після слова «References» розташовуються за англійським алфавітом, без нумерації. До посилань обов'язково треба додавати DOI, якщо він присвоєний.

Після розділу «Перелік посилань» у статті обов'язково подаються декларації про внесок авторів, Конфлікт інтересів та Використання штучного інтелекту українською та англійською мовами.

Електронні версії статей надсилаються до редакції електронною поштою. Разом з електронною версією до редакції надсилається друкована копія, підписана авторами. На окремій сторінці вказують прізвища та ініціали усіх авторів, повні назви наукових установ та поштові адреси установ, наводять електронної пошти авторів та посилання на їх профілі у мережі ORCID. Ця інформація надходить українською та англійською мовами.

Стаття, яка надходить до редакції, реєструється та направляється до рецензента, який підписує статтю до друку або відхиляє її. При наявності зауважень статтю повертають авторам для доопрацювання.

AUTHOR GUIDELINES
The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National
University. Series «Biology»

The journal publishes research findings across all areas of biological sciences. Submissions are accepted in the following categories:

- Completed original studies that have not been published elsewhere;
- Descriptions of original methods and instruments;
- Theoretical and review articles;
- Materials and reports on scientific events;
- Book reviews.

Articles are published in Ukrainian and English.

The text of an experimental article must include the following sections: "Introduction," "Methods" ("Objects and Methods of Research"), "Results," "Discussion" (or a combined section "Results and Discussion"), and "References." Articles should be prepared in MS Word using Arial font, 10 pt; paragraph indent – 1 cm; single line spacing; margins: top and bottom – 3.5 cm, left – 2.5 cm, right – 2 cm.

The article text begins with the UDC index, followed by the title (Arial, 12 pt), authors' initials and surnames (Arial, 10 pt), full names of scientific institutions, and email addresses (Arial, 9 pt). An abstract in the original language of the article is placed under the header (Arial, 9 pt), followed by a list of up to 10 keywords. Abstracts (Arial, 9 pt) in English and Ukrainian must also be included, along with the transliterations of the authors' names, the translated title of the article, and the corresponding keywords. Each abstract must be no less than 1,800 phonetic characters.

Tables and figures should be embedded in the text. Titles, captions, and notes for tables and figures must be provided in both Ukrainian and English.

References in the text should appear in parentheses, indicating the author's surname and the year of publication. The reference list is arranged alphabetically (first in Cyrillic, then in Latin script) without numbering. Bibliographic descriptions must comply with the standards of the Ministry of Education and Science of Ukraine, specifically DSTU 8302:2015, adapted to APA style (American Psychological Association). Descriptions of printed sources must include the place of publication (city), publisher, year, and total page count (or article pages for periodicals).

References in English should be formatted according to APA style and listed under "References", arranged alphabetically without numbering. DOIs must be included if assigned.

After the References section, the manuscript must include declarations on Authors' Contributions, Conflict of Interest, and Use of Artificial Intelligence, provided in both Ukrainian and English.

Electronic versions of articles should be submitted via email to the editorial office. Along with the electronic version, a printed copy signed by all authors must also be provided.

A separate page should include the authors' surnames and initials, full names of scientific institutions, postal addresses, email addresses, and links to their ORCID profiles. This information must be provided in both Ukrainian and English.

Articles submitted to the editorial office are registered and sent for peer review. The reviewer either approves the article for publication or rejects it. If revisions are required, the article is returned to the authors for correction.

Наукове видання

**Вісник Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна.**

Серія «Біологія»

Випуск 45

Збірник наукових праць

Українською, англійською мовами

Підписано до друку 18.12.2025. Формат 60×84 1/8. Папір офсетний. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 15,26. Обл.-вид. арк. 19,08.

Наклад 100 пр. Зам. № 16/25

**61022, Харків, майдан Свободи, 4,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна.**

**Видавець і виготовлювач Харківський
національний університет імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4.**

Видавництво

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.09