

Полтавський національний педагогічний університет
імені В.Г. Короленка

БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Науковий журнал

Заснований у 2015 році

Виходить двічі на рік

Том 11
№ 1 • 2025

Полтава • 2025

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

BIOLOGY & ECOLOGY

Scientific journal

Founded in 2015

Issued twice a year

Volume 11

№ 1 • 2025

Poltava • 2025

БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Науковий журнал

Засновано 2015 року

Засновник та видавець:

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації –
серія KB № 21850-11750 Р від 21 грудня 2015 року

Включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»),
публікації яких зараховуються до результатів дисертаційних робіт з біологічних наук
(Наказ МОН України №886 від 02.07.2020 року)

*Журнал «Біологія та екологія» публікує оригінальні матеріали
(експериментальні, теоретичні статті, а також короткі повідомлення, огляди і рецензії)
за результатами досліджень у різних галузях біології та екології*

Редакційна колегія:

Головний редактор: Л. П. Харченко, д.б.н., проф., Полтава, Україна

Члени редакційної колегії:

Л. М. Гомля, к.б.н., доц., Полтава, Україна
Р. С. Гриньов, к. ф.-м. н., Аріель, Ізраїль
С. Я. Кондратюк, д.б.н., проф., Київ, Україна
О. В. Лукаш, д.б.н., проф., Чернігів, Україна
В. В. Буджак, д.б.н., проф., Київ, Україна
В. В. Никифоров, д.б.н., проф., Кременчук, Україна
В. М. Писаренко, д.с.-г.н., проф., Полтава, Україна
О. В. Севериновська, д.б.н., проф., Дніпро, Україна
О. В. Твердохліб, к.б.н., доц., Харків, Україна
Л. М. Черчата, к.п.н., доц., Полтава, Україна
Л. М. Фельбаба-Клушина, д.б.н., проф., Ужгород, Україна

Відповідальний секретар: В. Р. Сагайдак, асист., Полтава, Україна

Адреса редакції:

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка,
вул. Остроградського, 2, Полтава, 36003, Україна
e-mail: biozbirnyk@gmail.com

*Друкується за рішенням ученої ради Полтавського національного педагогічного університету
імені В.Г. Короленка (протокол № 15 від 30.06.2025 р.)*

BIOLOGY & ECOLOGY

Scientific Journal

Founded in 2015

Founder and publisher:

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

Certificate about the state registration of print media

KV series number 21850-11750 P from December 21, 2015

Included in the List of scientific professional editions of Ukraine (category "B"),
whose publications are credited to the results of dissertations on biological sciences
(the Order of MES of Ukraine №886 issued on 02.07.2020)

*The journal «Biology and Ecology» publishes original materials
(experimental, theoretical and short reports, reviews and book reviews)
according to the results of research in various fields of biology and ecology*

Editorial board:

Editor-in-Chief: L. P. Kharchenko, Doctor of Biology (Poltava, Ukraine)

Members of the Editorial Board:

L.M. Gomlya, PhD. in Biology (Poltava, Ukraine)
R. S. Grynyov, Doctor of Physical and Mathematical sciences (Ariel, Israel)
S. Ya. Kondratyuk, Doctor of Biology (Kyiv, Ukraine)
O. V. Lukash, Doctor of Biology (Chernihiv, Ukraine)
V. V. Budzhak, Doctor of Biology (Kyiv, Ukraine)
V. V. Nykyforov, Doctor of Biology (Kremenchuk, Ukraine)
V. M. Pysarenko, Doctor of Agricultural Science (Poltava, Ukraine)
O. V. Severynovs'ka, Doctor of Biology (Dnipro, Ukraine)
O. V. Tverdokhlib, Doctor of Biology (Kharkiv, Ukraine)
L. M. Cherchata, PhD. in Pedagogy (Poltava, Ukraine)
L. M. Felbaba-Klushina, Doctor of Biology (Uzhhorod, Ukraine)

Executive Secretary: V. R. Sahaidak, Assistant (Poltava, Ukraine)

Address of Editorial Board:

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University
Ostrogradskogo Street, 2, Poltava, 36003, Ukraine
e-mail: biozbirnyk@gmail.com

*Printed according to the decision of Academic Council of Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University
(protocol № 15 of 30.06.2025)*

ЗМІСТ

ВІД РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ.....	7
------------------------------	---

БОТАНІКА

Дідух Я. П., Пашкевич Н. А., Фіцайло Т. В., Розенблінт Ю. В. ТОПОЛОГІЧНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ВЕРХНЬОПРИП'ЯТСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО ОКРУГУ	8
--	---

Сагайдак В. Р., Гомля Л. М., Дяченко-Богун М. М., Перерва В. М., Кононенко Д. А. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ВИЩИХ ВОДНИХ, ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ ТА БЕРЕГОВИХ РОСЛИН ДОЛИНИ РІЧКИ ХОРОЛ.....	27
---	----

ЕКОЛОГІЯ

Махінько Р. Г. РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ: БІОІНДИКАЦІЯ І АДАПТАЦІЯ ВОДНИХ ОРГАНІЗМІВ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ.....	36
---	----

Шкура Т. В., Дяченко-Богун М. М., Рокотянська В. О., Красовський В. В., Мельников І. В. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕНДРОФЛОРИ ПАРКУ «НА БРАЇЛКАХ» (М. ПОЛТАВА).....	43
---	----

ЗООЛОГІЯ

Atemasov A., Atemasova T. WINTER BIRD COMMUNITIES IN OAK AND PINE FORESTS IN THE SOUTH OF THE FOREST-STEPPE ZONE	52
--	----

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

Вовканич Л. С., Федьків М. Р. ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ У СПОРТІ, МЕДИЦИНІ ТА БІОЛОГІЇ	58
--	----

Komisova T., Kharchenko L., Koval A. THE ESTROUS CYCLE IN FEMALE RATS UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL HYPOTHYROIDIS	65
--	----

Yanko R., Tsapenko P., Levashov M., Portnichenko V. STRUCTURAL DIFFERENCES IN THE PANCREAS OF RATS OF DIFFERENT AGES AFTER DOSED CALORIC RESTRICTION.....	71
---	----

ЮВІЛЕЇ

Сагайдак В. Р. НАТХНЕННА НАУКОЮ, СИЛЬНА ПРАЦЕЮ: ДО 50-РІЧЧЯ КАНДИДАТА БІОЛОГІЧНИХ НАУК, ДОЦЕНТА ГОМЛІ ЛЮДМИЛИ МИКОЛАЇВНИ.....	78
---	----

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ

Давидов Д. А. СВІТЛІЙ ПАМ'ЯТІ ДМИТРА ВАСИЛЬОВИЧА ДУБІНИ (1949–2025)	80
---	----

ДАНІ ПРО АВТОРІВ.....	83
-----------------------	----

ВИМОГИ ДО АВТОРІВ.....	85
------------------------	----

CONTENTS

FROM EDITORIAL BOARD.....	7
---------------------------	---

BOTANY

<i>Didukh Y., Pashkevych N., Fitsaylo T., Rozenblit Y.</i> TOPOLOGICAL DIFFERENTIATION OF THE VEGETATION COVER OF THE UPPER PRYPIAT GEOBOTANICAL DISTRICT.....	8
<i>Sahaidak V., Homlia L., Dyachenko-Bohun M., Pererva V., Kononenko D.</i> STRUCTURAL ANALYSIS OF HIGHER AQUATIC, COASTAL AQUATIC AND COASTAL PLANTS OF THE KHOROL RIVER VALLEY	27

ECOLOGY

<i>Makhinko R.</i> RADIOACTIVE CONTAMINATION OF WATER BODIES: BIOINDICATION AND ADAPTATION OF AQUATIC ORGANISMS IN THE REMOTE PERIOD AFTER THE CHERNOBYL DISASTER.....	36
<i>Shkura T., Dyachenko-Bohun M., Rokotyanska V., Krasovsky V., Melnykov I.</i> THE DENDROFLORA ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE PARK “AT BRAILKY” (POLTAVA TOWN).....	43

ZOOLOGY

<i>Atemasov A., Atemasova T.</i> WINTER BIRD COMMUNITIES IN OAK AND PINE FORESTS IN THE SOUTH OF THE FOREST-STEPPE ZONE.....	52
--	----

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

<i>Vovkanych L., Fedkiv M.</i> HEART RATE VARIABILITY: MODERN APPROACHES AND PROSPECTS OF USE IN SPORTS, MEDICINE AND BIOLOGY	58
<i>Komisova T., Kharchenko L., Koval A.</i> THE ESTROUS CYCLE IN FEMALE RATS UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL HYPOTHYROIDIS	65
<i>Yanko R., Tsapenko P., Levashov M., Portnichenko V.</i> STRUCTURAL DIFFERENCES IN THE PANCREAS OF RATS OF DIFFERENT AGES AFTER DOSED CALORIC RESTRICTION.....	71

JUBILEE

<i>Sahaidak V.</i> INSPIRED BY SCIENCE, STRONG IN WORK: ON THE 50TH ANNIVERSARY OF CANDIDATE OF BIOLOGICAL SCIENCES, ASSOCIATE PROFESSOR LYUDMILA MYKOLAIVNA HOMLIA	78
---	----

ANNIVERSARIES

<i>Davydov D.</i> IN MEMORY OF DMITRY VASILYEVICH DUBINA (1949–2025).....	80
DATA ABOUT THE AUTHORS	83
REQUIREMENTS FOR AUTHORS.....	85

ВІД РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Вельмишановні колеги!

Запрошуємо Вас до публікацій у науковому фаховому журналі, який затверджений МОН України «**Біологія та екологія**» (категорія Б).

У журналі публікуються статті, які відповідають науковому профілю журналу. Матеріал у статті повинен бути унікальним, не мати плагіату. Стаття відповідає таким параметрам: новизна, актуальність, теоретичне та практичне значення. Статті завжди проходять рецензування. Автори після рецензування отримують повідомлення про рішення редакційної колегії та рецензію від анонімного рецензента. Стаття публікується в тому випадку, якщо рекомендації рецензента враховані.

Детальне ознайомлення із «Вимогами до оформлення статей» та з електронними версіями попередніх номерів наукового фахового журналу «Біологія та екологія» можливе на вебсторінці видання за посиланням:

<http://lib.pnpu.edu.ua/naukovi-vidannja-pnpu>

Бажаємо шановним авторам творчих успіхів та нових статей на сторінках наукового фахового журналу «Біологія та екологія»!

*З повагою та шаною,
редакційна колегія*

УДК 502.212:581.9(477)

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336799>

Я. П. Дідух

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2. м. Київ 01601, Україна

ya.didukh@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4483-422945

Н. А. Пашкевич

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2. м. Київ 01601, Україна

Національний природний парк «Пирятинський»

вул. Європейська 14, м. Пирятин, Полтавська обл., 37000, Україна

pashkevych.nataly@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4483-4229

Т. В. Фіцайло

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2. м. Київ 01601, Україна

tfitsailo@gmail.com

ORCID: 0009-0002-1146-1809

Ю. В. Розенбліт

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2. м. Київ 01601, Україна

yuliya.rozenblit@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8516-3823

ТОПОЛОГІЧНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ВЕРХНЬОПРИП'ЯТСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО ОКРУГУ)

У статті представлено результати комплексного геоботанічного дослідження Верхньоприп'ятського геоботанічного округу - ключового природного району північно-західної частини Українського Полісся. Округ характеризується значним різноманіттям природних ландшафтів, до яких належать соснові та дубово-соснові ліси, евтрофні та оліготрофні болота, заплавні й материкові луки, а також озерні комплекси. На основі понад 200 геоботанічних описів, здійснених у 2006–2024 роках методом Браун-Бланке, було проведено синфітоіндикаційну оцінку рослинного покриву. Дослідження виявило топологічну диференціацію рослинності округу, визначено типові та діагностичні синтаксони, а також проаналізовано вплив кліматичних змін і антропогенних чинників на динаміку рослинних угруповань. Найбільш екстремальні умови характерні для болотних і лучних угруповань (*Scheuchzeria palustris*, *Sphagnion medii*, *Agrostion vinealis*) та соснових, грабових і заплавних вербових лісів (*Cladonio-Pinetum*, *Carpinion*, *Salicion cinereae*). Виявлено зв'язок рослинності з геоморфологією території — алювіальними рівнинами, піщаними горбами і моренними останцями. Подальше картування дозволить уточнити межі геоботанічних одиниць і обґрунтувати створення окремого округу. Отримані результати є важливою основою для розробки заходів із збереження біорізноманіття, охорони водно-болотних угідь та адаптації регіону до сучасних кліматичних викликів.

Ключові слова: Українське Полісся, синфітоіндикація, диференціація рослинного покриву, біорізноманіття.

Вступ. Верхньоприп'ятський геоботанічний округ оліготрофних і мезотрофних боліт, заплавлених лук, а також соснових, ялинових (фрагментарно) лісів і заболочених вільхових лісів займає всю північно-західну частину Українського Полісся (Дідух, & Шеляг-Сосонко, 2003), простягається із заходу на схід уздовж верхньої течії річки Прип'ять, зокрема в північній частині Волинської, Житомирської областей, та північно-західній частині Рівненської області, а південна межа співпадає з поширенням заплавлених та надзаплавлених терас р. Прип'ять. За геоботанічним районуванням територія входить до Європейської широколистянолісової області, Східноєвропейської провінції, Поліської підпровінції хвойно-широколистяних лісів, в межах Верхньоприп'ятської низовини, що є західною частиною Поліської низовини, а з півдня обмежена Волинським пасмом (Дідух, & Шеляг-Сосонко, 2003; Физико-географическое районирование Украинской ССР, 1968). Округ є продовженням Бузько-Поліського та Полісько-Придніпровського округів Беларського Полісся, основними особливостями яких є формування комплексу дубових лісів з грабом, кленом, липою, ясенем з сосновими та широколистяно-сосновими лісами на легких ґрунтах (Брадів, & Андрієнко, 1975; Юркевич, Голод, & Адериho, 1979). У лісових масивах округу домінують соснові та дубово-соснові ліси, значні площі зайняті низовими болотами, в західній частині – верховими оліготрофними болотами, що відображає едафічну особливість території (Торфово-болотний фонд, 1973). Це один із ключових природних районів Європи, розташований на території України, Білорусі, Росії та частково Польщі. Його формування відбувалося під впливом льодовикових процесів в минулому, значних кліматичних коливань та антропогенної діяльності в антропоцені. Проте, більш як 50 років ця територія не було охоплена комплексними геоботанічними та фітоценотичними дослідженнями.

Проте, кліматичні зміни суттєво вплинули на рослинність Верхньоприп'ятського геоботанічного округу, спричиняючи осушення боліт, зміну видового складу лісів, поширення інвазійних видів та підвищення ризику лісових пожеж. З цих позицій важливим є оцінка стану рослинного покриву території, виявлення індикаторів, які дозволять розробити заходи з адаптації регіону до змін клімату, зокрема охорона водно-болотних угідь, підтримки біорізноманіття, запобігання посухам, що підвищують ризик виникнення лісових пожеж і може призвести до деградації лісових екосистем та зміни видового складу рослинності. Саме підхід з оцінки топологічної диференціації рослинного покриву на рівні геоботанічного округу, може стати основою для оцінки таких змін.

Округ займає всю північно-західну частину Українського Полісся (Дідух, & Шеляг-Сосонко, 2003). За своїм положенням цей округ відповідає північній частині Волинського Полісся, Житомирського Полісся та Київського Полісся (Физико-географическое районирование Украинской ССР, 1968).

За своєю природою Верхньоприп'ятський округ – це низинна рівнина з абсолютними висотами в межах 160-200 м. Рівнинність поверхні порушується мореновими горбами, піщаними грядами та дюнами еолового походження, заболоченими зниженнями. Низина Прип'ятського Полісся від заплави Прип'яті поступово підвищується на північ. Тут чергуються широкі заболочені зниження й плоскі рівнинні ділянки. Покривні породи представлені головним чином флювіогляціальними та давньоалювіальними пісками завглибшки 15-20 м. Менш поширені моренові відклади (Маринич, 1985).

У ґрунтовому покриві найбільш поширені дерново-слабопідзолисті ґрунти, менше середньопідзолисті, іноді поширені також дерново-глеєві, лучні та супіщані ґрунти давньоалювіального та воднольодовикового походження і торфово-болотні ґрунти низинного типу.

Клімат м'який і вологий, середньорічна температура становить +6-7° С, середня січня -4,5-5°, липня +18,5, +17,9°, кількість опадів 500-600 мм на рік, причому основна їх частина припадає на теплу пору року. Гідрологічна мережа округу досить густа. Характерною особливістю природи є наявність значної кількості озер, на північному заході. Природна рослинність зберіглася тут добре. Територія округу має високий відсоток заповідання, серед них такі об'єкти природо-заповідного фонду України, як Шацький національний

природний парк (НПП), НПП «Припять-Стохід», Нобельський НПП, Черемський, Поліський та Рівненський природні заповідники (Андрієнко, Онищенко, Прядко, Панченко, & Арап, 2006), низка ботанічних та гідрологічних заказників місцевого значення, зокрема пов'язаних з охороною боліт, рідкісних видів рослин та унікальних ландшафтів.

Мета нашої роботи – оцінити топологічну диференціацію рослинного покриву Верхньоприп'ятського геоботанічного округу з використанням методики синфітоіндикації. Важливим аспектом дослідження є індикаторні угруповання, як типові, так специфічні, які відображають специфіку округу на фоні ценотичного різноманіття.

Матеріали та методи. Матеріалами для досліджень були близько 200 геоботанічні описи, здійснені авторами на території Верхньоприп'ятського геоботанічного округу в 2006–2024 роках. Геоботанічні описи виконані за методикою Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964), розмір досліджуваних ділянок для лісів та чагарників складав 25×25 м, для трав'яних (степових, лучних) угруповань – 10×10 м. Їхні координати фіксували за допомогою GPS-навігатора. Проективне покриття видів вказували у відсотках з подальшим перетворенням їх у бали за шкалою: 1 – $\leq 1\%$, 2 – 2-5%, 3 – 6-20%, 4 – 21-50%, 5 – $> 50\%$. Назви синтаксонів наведені згідно з синтаксономічними зведеннями Європи та України (Mucina et al., 2016; Dubyna et al., 2019) із певним коригуванням залежно від розуміння обсягу відповідних синтаксонів. Базу даних геоботанічних описів було створено в програмі TURBOVEG (Hennekens, Schaminée, 2001). Під час здійснення класифікації рослинності було використано модифіковану версію алгоритму TWISPAN (Roleček, Tichý, Zelený, & Chytrý, 2009) у програмі JUICE (Tichý, 2002). Фітоіндикаційна оцінка рослинних угруповань проведена за методикою синфітоіндикації з використанням екологічних шкал Я.П. Дідуха (Didukh, & Plyuta, 1994; Didukh, 2011, 2012). Криптогамні рослини при розрахунку фітоіндикаційних показників екологічних факторів не враховувались. Основою для побудови еколого-ценотичних профілів була класифікаційна схема рослинності, а також екологічний аналіз ценозів по відношенню до зміни показників екофакторів. Ординаційний аналіз лінійної залежності показників провідних екофакторів проводився у програмі Excel. Для отримання кількісних показників екофакторів були розраховані середні (фонові) значення. Кількість описів для окремого типу угруповань відрізняється, тож фонові показники розраховували як середнє значення від середніх значень синтаксонів (біотопів). Назви видів надано згідно до інформаційного ресурсу The Euro+Med PlantBase (<https://europlusmed.org>), мохів та лишайників – за Продромусом спорових рослин України (Вірченко, & Нипорко, 2022; Кондратюк, Попова, Федоренко, & Ходосовцев, 2021), окрім деяких видів, які європейськими авторами наводяться у ранзі синонімів.

Для оцінки топологічної диференціації округу було проведено еколого-ценотичний аналіз рослинності типових та діагностичних синтаксонів та встановлено їх місце у ландшафті через побудову профілів.

Результати та їх обговорення.

Характеристика рослинного покриву, екологічних умов та їхніх змін. У складі природної рослинності округу переважають ліси, залісненість території не менше 35-40, а іноді й 50%. В межах округу багато луків та боліт: лучна рослинність звичайно займає не менше 30-40% території, а болота, хоча в минулому займали в середньому до 20%, тепер вони в значній мірі освоєні. Ліси представлені переважно сосновими (соснові зеленомохові, головним чином вологі чорницеві, менше – свіжі чисто зеленомохові, орляково-різнотравні, злаково-різнотравні, вересові, менш поширені сухі лишайникові та різнотравно-лишайникові та сирі чорницево-багново-політрихові та охиново-багново-політрихово-сфагнові), менше дубово-сосновими (Мякушко, 1978; Андрієнко, Онищенко, Прядко, Панченко, & Арап, 2006). Співвідношення між різними типами лісів постійно змінюється, причому тенденція йде в бік переважання соснових насаджень. Це зумовлено збільшенням площ монокультур сосни, які дедалі більше домінують, особливо серед молодих та середньовікових лісових угруповань. Невеликі площі зайняті широколистяними грабово-сосновими,

грабово-дубовими та дубовими лісами, дещо більші – похідними березовими та по зниженнях чорновільховими, зрідка ясенево-вільховими. Спорадично зустрічаються ялинові ліси, чисті або з вільхою (Рослинність УРСР. Ліси, 1971; Шелягом-Сосонко, 1974). Зрідка на невеликих ділянках трапляються широколистяні ліси з грабом, дубом, ясенем та вільхою, з неморальними, властивими сирим лісам, та лісо-болотними видами.

Лучна рослинність представлена заплавними й материковими луками. Справжні луки з *Schedonorus pratensis* (Huds.) P. Beauv., *Lolium perenne* L. та *Poa pratensis* L. поширені усій території спорадично та приурочені до підвищених частин рельєфу. В притерасних частинах заплави, на вододілах, переважають низинні відмічені торф'янисті щучникові луки з *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. У заплаві Прип'яті, Турії, Стоходу на торфових, торфово-болотних, рідше мулуватоглейових ґрунтах часто формуються осокові угруповання *Carex acuta* L., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *G. maxima* (Hartm.) Holmb. та дрібноосокові з *C. nigra* (L.) Reichard, *C. panicea* L., *C. flava* L. та пустищні з переважанням *Nardus stricta* L. (Рослинність УРСР. Луки, 1968).

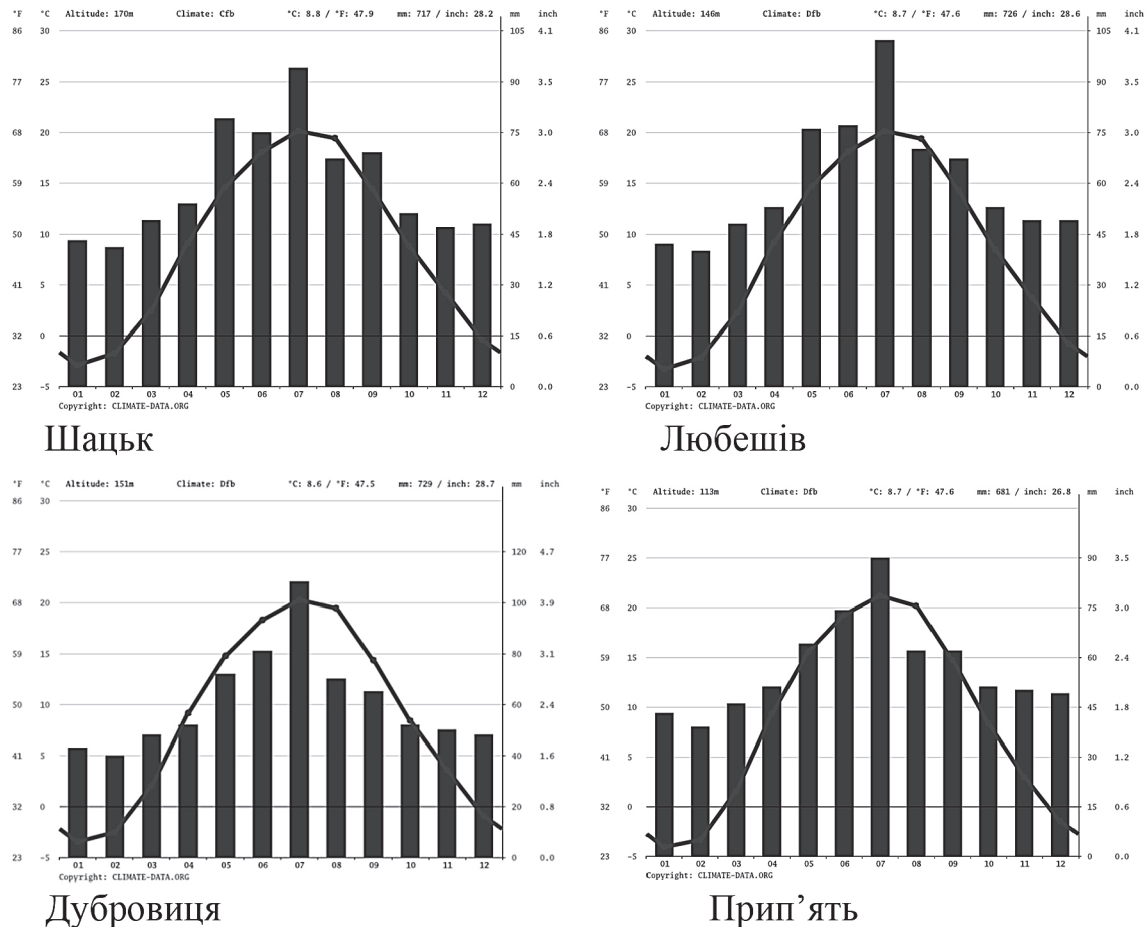
Болота переважно евтрофні, заплавні займають в основному заплаву Прип'яті та іноді чергуються з болотистими луками. Це осокові болота з *C. elata* All. та осоково-гіпнові з *C. rostrata* Stokes, *C. lasiocarpa* Ehrh. тощо. Оліготрофні й мезотрофні болота поширені мало. Один з найбільш цікавих в Україні є болотний масив «Коза-Березина», де представлені майже всі типи боліт, характерні для Українського Полісся, з комплексом рідкісних болотних угруповань та рідкісних видів рослин, в тому числі мохи. Серед оліготрофних боліт найбільшу увагу привертає урочище «Сира Погоня» болотного масиву «Кремінне», де представлений горбисто-мочажинний комплекс.

Для півночі округу характерні пустища булавоносцеві, вересові, борові з розрідженими покривленими соснами, іноді з кущами ялівцю звичайного. Трапляється також рослинність слабозадернованих пісків на місці вирубаних соснових лісів, яка не займає великих площ, є специфікою поліських ландшафтів разом з бідними сосновими лісами та болотами.

Наявність значної кількості великих озер (переважно на Лівобережжі Прип'яті) карстового походження (Свитязь, Пулеметьке), а також заплавних (Орехове, Люб'язь, Нобель) характерна для північно-західної частини округу. В долинах рік значна кількість стариць із угрупованнями лататтевих.

Ступінь розораності території округу незначний, через високий рівень обводненості – всього 12-25%.

До округу пропонується включити частину Київського Полісся, що у геоморфологічному відношенні, разом з північною частиною Житомирського Полісся, розташоване головним чином у верхів'ях Українського кристалічного щита на Прип'ятьському перегині (Фізико-географическое районирование Украинской ССР, 1968; Андрієнко, & Балашов, 1975; Бродіс, & Андрієнко, 1975). Це пласка, слабо дренована рівнина з поодинокими піщаними пагорбами і грядами в долинах річок, складена піщаними та глинисто-піщаними відкладами. Ґрунти піщані, дерново-слабопідзолисті, часто оглеєні, що почасти чергуються болотними та торфовими. Тут кристалічні породи поховані тут під товщею осадових порід і ніде не виходять на поверхню, а територія входить до району поширення морени дніпровського льодовика, поверхневі відклади майже скрізь – це надморенні воднольодовикові піски. Луки збереглися тепер лише в заплавах Ужа та Тетерева, переважно болотисті та торф'янисті (щучникові). Соснові ліси займають верхівки підвищень і представлені переважно зеленомоховими та вересово-зеленомоховими угрупованнями, поодинокі плями з булавоносцем. На півночі Київського Полісся зрідка трапляються високотравні болота (очеретяні, рогозові, лепешнякові). Такий природний комплекс об'єднує цю частину Київського Полісся з рештою території Верхньоприп'ятьського округу. На користь доцільності такого об'єднання свідчить подібність за кліматичними діаграмами трьох основних центрів округу та міста Прип'ять (рис. 1).

Рис. 1. Кліматодіаграми території дослідження. (<https://en.climate-data.org>).

Синтаксономічна схема рослинності Верхньоприп'ятського округу, яка включає набір типових та діагностичних синтаксонів, важливих для оцінки топологічної диференціації.

LEMNETEA MINORIS O. de Bolòs et Masclans 1955

Lemnetalia minoris O. de Bolòs et Masclans 1955

Lemnion minoris O. de Bolòs et Masclans 1955

Lemnetum minoris Soó 1927

Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae Slavnić 1956

Riccietum fluitantis Slavnić 1956

Lemnetum trisulcae Den Hartog 1963

Utricularion vulgaris Passarge 1964

Lemno-Utricularietum vulgaris Soó 1947

Stratiation Den Hartog et Segal 1964

Hydrocharitetum morsus-ranae van Langendonk 1935

Hydrocharito-Stratietum aloidis (van Langendonck 1935) Westhoff in Westhoff et Den Held 1969

POTAMOGETONETEA Klika in Klika et Novak 1941

Potamogetonetalia Koch 1926

Nymphaeion albae Oberdorfer 1957

Nymphaeetum candidae Miljan 1958

Potamogetonion Libbert 1931

Potametum lucentis Hueck 1931

Potametum perfoliati Miljan 1933

Ceratophyllion demersi Den Hartog et Segal ex Passarge 1996

Ceratophylletum demersi Corillion 1957

LITTORELLETEA UNIFLORAE Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946

Littorelletalia uniflorae Koch ex Tx. 1937

Sphagno-Utricularion Müller et Görs 1960

Sparganio minimi-Utricularietum intermediae Tx. 1937

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941

Phragmitetalia Koch 1926

Phragmition communis Koch 1926

Scirpetum lacustris Schmale 1939

Phragmitetum australis Savič 1926

Typhetum latifoliae Nowiński 1930

Magnocaricetalia Pignatti 1953

Magnocaricion elatae Koch 1926

Cladietum marisci Allorge 1921

Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae Zumpfe 1929

Caricetum acutiformis Sauer 1937

Caricetum gracilis (Graebn. et Hueck 1931) R. Tx. 1937

Caricetum vesicariae Br.-Bl. et Denis 1926

Caricetum appropinquatae Aszód 1935

SCHEUCHZERIO-CARICETEA (Nordh. 1937) R.Tx. 1937

Scheuchzerietalia palustris Nordhagen ex Tx. 1937

Scheuchzerion palustris Nordhagen ex Tx. 1937

Drepanoclado fluitantis-Caricetum limosae (Kästner et Flössner 1933) Krisai 1972

Drosero rotundifoliae-Lycopodiellum Pass. 1999

Sphagno fallacis-Calletum palustris Pass. 1999

Caricion davallianae Klika 1934

Caricetum lasiocarpae Koch 1926

Sphagno recurvi-Caricetum rostratae Steffen 1931

Caricetalia nigrae Koch 1926 em. Klika 1934

Caricion fuscae Koch 1926

Carici canescentis-Agrostietum caninae R. Tx. 1937

OXYCOCCO-SPHAGNETEA Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946

Sphagnetalia medii Kästner et Flössner 1933

Sphagnion medii Kästner et Flössner 1933

Eriophoro vaginati-Sphagnetum angustifolii Hueck 1925

MOLINIO-ARRHENATHERETEA R.Tx. 1937

Molinietalia caerulea W. Koch 1926

Molinion caerulea W.Koch 1926

Selino carvifoliae-Molinietum caeruleae Kuhn 1937

Deschampsion caespitosae Horvatic 1930

Deschampsietum caespitosae Horvatic 1930

Arrhenatheretalia Tx. 1931

Arrhenatherion elatioris Luquet 1926

Festucetum pratensis Soó 1938

Trifolio-Festucetum rubrae Oberd. 1957

Festuco pratensis-Deschampsietum caespitosae Turubanova 1986

Poëtum pratensis Ravarut et al. 1956

Cynosurion R. Tx. 1947

Holcetum lanati Issler 1934

Lolietum perennis Gams 1927

Galietaia veri Mirkin et Naumova 1986

Agrostion vinealis Sipaylova et al. 1985

Koelerio-Agrostietum vinealis (Sipaylova et al. 1985) ShelyagSosonko et al. 1987

Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigei Shelyag-Sosonko et al. ex Shelyag-Sosonko et al. 1985

Agrostietum vinealis-tenuis Shelyag-Sosonko et al. ex Shelyag-Sosonko et al. 1985

NARDETEA STRICTAE Rivas Goday et Borja Carbonell in Rivas Goday et Mayor Lopez 1966

Nardetalia strictae Preising 1950

Violion caninae Schwickerath 1944

Calluno-Nardetum Hryniewicz 1959

Polygalo vulgaris-Nardetum strictae Oberd. 1957

KOELERIO GLAUCAE-CORYNEPHORETEA CANESCENTIS Klika in Klika et Novák 1941

Corynephorotalia canescentis R.Tx. 1937

Corynephorion canescentis Klika 1931

Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis Steffen 1931

Koelerion glaucae Volk 1931

Diantho borbasii-Agrostietum syreistschikovii Vicherek 1972

SALICETEA PURPUREA Moor 1958

Salicetalia purpureae Moor 1958

Salicion albae Soó 1951

Salicetum albae Issler 1926

Artemisio dniproicae-Salicion acutifoliae Shevchyk et Solomakha in Shevchyk et al. 1996

Artemisio dniproicae-Salicetum acutifoliae Shevchyk et Solomakha 1996

FRANGULETEA Doing ex Westhoff in Westhoff et Den Held 1969

Salicetalia auritae Doing 1962

Salicion cinereae T. Müller et Görs ex Passarge 1961

Betuletum humilis Steffen 1931

ALNETEA GLUTINOSAE Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946

Alnetalia glutinosae R.Tx. 1937

Alnion glutinosae Malcuit 1929

Ribo nigri-Alnetum Solińska-Górnicka (1975) 1987

Carici acutiformis-Alnetum Scamoni 1935

Carici elongatae-Alnetum Schwickerath 1933

Sphagno squarrosi-Alnetum glutinosae Solińska-Górnicka (1975) 1987

Sphagno-Betuletalia pubescentis Scamoni et Passarge 1959

Betulion pubescentis Lohmeyer et Tx. ex Oberd. 1957

Menyantho trifoliatae-Betuletum pubescentis Grygora, Vorobyov et Solomakha 2005

CARPINO-FAGETEA SYLVATICAE Jakucs ex Passarge 1968

Carpinetalia betuli P. Fukarek 1968

Carpinion betuli Issler 1931

Stellario-Carpinetum Oberd. 1957

Tilio cordatae-Carpinetum betuli Traczyk 1962

QUERCETEA ROBORI-PETRAEAE Br.-Bl. et Tx. ex Oberd. 1957

Quercetalia roboris R.Tx. 1931

Quercion roboris Malcuit 1929

Trientalo europaeae-Quercetum roboris Vorobyov 2014

Holco lanati-Quercetum roboris Vorobyov, Balashov et Solomakha 1997

Molinio caeruleae-Quercetum roboris (Tx. 1937) Scamoni et Passarge 1959

VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Pinetalia sylvestris Oberd. 1957

Dicrano-Pinion sylvestris (Libbert 1933) W. Matuszkiewicz 1962
 Cladonio-Pinetum Juraszek 1927
 Peucedano-Pinetum Matuszkiewicz (1962) 1973
 Dicrano-Pinetum Preising et Knapp 1942
 Molinio-Pinetum Matuszkiewicz (1973) 1981
 Vaccinio uliginosi-Pinion sylvestris Passarge 1968
 Vaccinio uliginosi-Pinetum Kleist 1929
 Eriophoro vaginati-Pinetum Hueck 1931 em. Neuhausl 1984
 Piceetalia excelsae Pawłowski et al. 1928
 Piceion excelsae Pawłowski et al. 1928
 Eu-Piceetum (Cajander 1921) Kelililand-Lund 1967

Еколого-ценотична оцінка рослинних угруповань. За результатами проведеного синтаксономічного аналізу досліджуваного регіону наступний етап наших досліджень полягав у встановленні ландшафтно-екологічного розподілу різних типів рослинності, які ми відобразили на еколого-ценотичних профілях (табл. 1).

Перший відрізок профілю (рис. 2) охоплює трав'янистий ряд (Виділ 1), який представлений мезотрофними непроточними водоймами, розташованими в незначних пониженнях рельєфу, з глибинами до 1–10 м та піщаним слабкомулистим дном: озера, ставки, стариці, а також обводнені меліоративні канали. У приповерхневому шарі води формується добре виражений ярус вільноплаваючої, неукоріненої водної рослинності класу *Lemnetea*, який об'єднує угруповання союзів *Lemnion minoris*, *Utricularion vulgaris* і, подекуди, *Stratiotion*. Ці угруповання утворюють види роду *Lemna* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Hydrocharis morsus-ranae* L., іноді трапляються вкорінені повітряно-водні види роду *Potamogeton* L., *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl, *Nuphar lutea* (L.) Sm.

В літоральній смузі таких водойм формується прибережно-водна рослинність представлена угрупованнями класу *Phragmito-Magnocaricetea* (союз *Phragmion*) з домінуванням *Phragmites australis* (Cav.) Steud., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) G. Gaertn. & al., *Thypha latifolia* L., *Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C. Gmel.) Palla, *G. maxima*, які зростають локалітетами або вузькою смугою завширшки до 100 м (Виділ 4). На прибережних мілководдях із мулистопіщаними ґрунтами Шацького НПП (Дідух, Якушенко, & Фіцайло, 2008) зустрічаються густі зарості угруповань із *Cladium mariscus* (L.) Pohl – індикатора карбонатного засолення.

На заболочених прибережних мілководдях із торф'янистими та мулистоглейовими ґрунтами (Виділ 5) формуються угруповання купинних і довгореневищних осок – *C. appropinquata* Schumacher., *C. elata*, *C. paniculate* L., *C. rostrata* з домішкою гігрофільних видів *Lysimachia thyrsiflora* L., *Galium palustre* L., *Scutellaria galericulata* L., *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth.

Характерними для території є післялісові багатовидові лучні ділянки союзу *Molinion* зі змінним зволоженням субстрату, що сформовані *Molinia caerulea* (L.) Moench на терасах річок на мулуватоглейових та торф'яноглейових опідзолених ґрунтах (Виділ 10). У густому травостой значна частка злаків (*D. caespitosa*, *S. pratensis*, *Agrostis canina* L., *Poa palustris* L., *Holcus lanatus* L.), *C. panicea*, *Juncus conglomeratus* L., а також часто розвинений моховий ярус з *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr.

В процесі розвитку молінієві луки поступаються крупнозлаковим позазаплавним щучниковим лукам союзу *Deschampsion caespitosae* (Виділ 11), які розвиваються на знижених міжгрибних ділянках або прилеглих до прируслової частини заплави і формують неширокі смуги (Яценко, 2007). Характеризуються лучно-болотними суглинистими слабо оглеєними, торф'яноглейовими, дерновоглейовими ґрунтами. У густому травостой основна роль належить злакам (*D. caespitosa*, *A. canina*, *S. pratensis*, *Cynosurus cristatus* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Festuca rubra* L.), різнотрав'я маловидове (*Sanguisorba officinalis* L., *Vicia cracca* L., *Silene flos-cuculi* (L.) Clairv., *Lysimachia nummularia* L.).

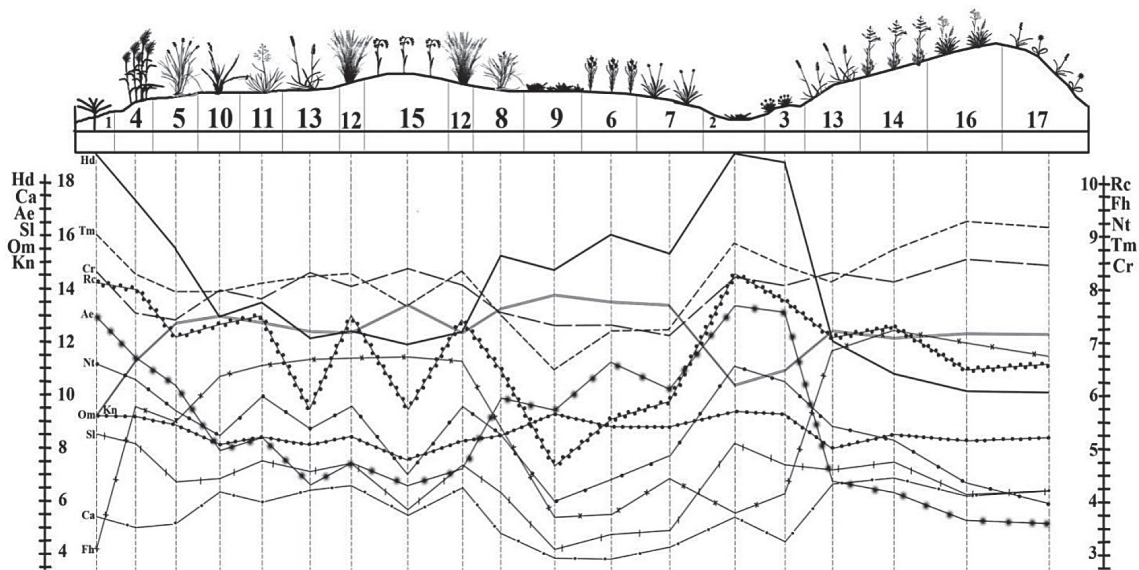


Рис. 2. Еколого-ценотичний профіль топологічного розподілу трав'яних типів рослинності.

На підвищеннях притерасної і центральної частинах заплав, на пологих схилах і верхніх частинах невисоких підвищень вододільних плато на дернових, лучних суглинистих та лучних супіщаних ґрунтах які щороку збагачуються на поживні речовини, що приносяться по-веневидами водами формуються справжні мезофітні луки союзу *Arrhenatherion elatioris* (Виділ 12). У ценозі домінують домінують *S. pratensis*, *Arrhenatherum elatius* (L.) J. Presl & C. Presl, *Dactylis glomerata* L., *Achillea millefolium* L., а також часто трапляються *Poa pratensis* L., *Agrostis gigantea* Roth, *A. capillaris* L., *Cerastium fontanum* Baumg., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Lotus corniculatus* L., *Plantago lanceolata* L., *Rumex acetosa* L. (Андрієнко, Прядко, Арап, & Конішук, 2009). Ці луки великих площ не займають, а вкраплюються порівняно невеликими ділянками серед інших лук, в тому числі і на території північної частини Київського Полісся.

На підвищеннях, по усій дослідженій території, зрідка трапляються мезо-субксерофільні дрібнозлакові низинні пустищні луки союзу *Violion* (Виділ 15) на бідних на поживні речовини, помірно сухих дерново-підзолистих ґрунтах. Більшість пустищних лук зустрічається в комплексі з торф'янистими луками, від яких вони нерідко й походять. Травостій пустищних лук невисокий (до 0,5 м) розріджений, дво-триярусний. До верхнього негустого (до 20%) ярусу входять злаки (*A. capillaris*, *A. odoratum*, *F. rubra*, *Danthonia decumbens* (L.) DC.), а у другому ярусі домінує *N. stricta* з домішкою *A. millefolium*, *Pilosella officinarum* Vaill., *Potentilla erecta* (L.) Rausch., *Thymus pulegioides* L., *Viola canina* L. Інколи формується моховий ярус з *Polytrichum strictum* Bridel, J. Bot. (Schrader), *P. piliferum* Hedw., *Funaria hydrometica* Hedw.

Осоково-сфагнові мезо-евтрофні болота союзу *Caricion fuscae* характерні переважно для великих вододілів Західного Полісся, і формуються на ацидофільних торфових субстратах (Виділ 8). Через високий ступінь обводнення та умови живлення видовий склад однамнітний (до 5-6 видів судинних рослин), формується суцільний моховий покрив (Брадїс, & Бачурина 1969). У розрідженому (до 60%) трав'яному ярусі представлені *C. canescens* L., *C. echinata* Murray, *C. nigra*, *J. conglomeratus*, *Ranunculus acris* L., *R. repens* L., *Stellaria palustris* Hoffm. У суцільному моховому ярусі домінують *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *C. dendroides*, *Sphagnum teres* (Schimp.) Ångstr. ex C. Hartm.

Угруповання олігомезотрофних торфових боліт субконтинентальних областей Європи союзу *Sphagnion medii* (Виділ 9), сформовані сфагновими мохами з добре розвиненим ярусом чагарничків з *Andromeda polifolia* L., *Vaccinium oxycoccos* L., та пригніченим сосновим рідколіссям (Юсковець та ін., 2023). Моховий ярус не утворює купин і утворений *S. fallax* H.Klinggr., *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.

Угруповання мезотрофних і мезоевтрофних осоково-сфагнових боліт союзу *Scheuchzerion palustris* (Виділ 6) трапляються зрідка на заболочених плавах, узбережжях озер, а також в

Таблиця 1

Середні значення екологічних факторів основних синтаксонів

№	Синтаксони	Hd	Fh	Rc	Sl	Nt	Ae	Tm	Om	Kn	Cr	Ca	Lc
1	Lemnetea	20.17	3.14	8.18	6.69	8.38	13.05	9.02	9.46	9.09	8.15	5.36	7.28
2	Potamogetonetea	20.44	3.90	8.21	6.67	8.12	13.23	8.83	10.39	9.19	8.15	5.39	7.20
3	Utricularietea	19.77	4.13	7.83	6.37	7.30	13.07	8.59	10.92	9.10	8.05	4.43	7.44
4	Phragmition	17.23	5.83	8.05	6.33	8.10	11.46	8.29	11.27	9.04	7.58	5.00	7.51
5	Magnocaricion	15.59	5.66	7.19	5.73	6.86	10.41	8.02	12.72	8.74	7.44	5.17	7.15
6	Scheuchzeria palustris	15.94	3.89	5.51	3.98	4.70	11.21	7.19	13.74	8.74	7.36	3.91	7.41
7	Caricion davallianae	15.62	4.39	5.92	4.65	4.91	10.47	7.18	13.65	8.81	7.14	4.12	7.33
8	Caricion fuscae	15.44	5.40	6.62	5.29	6.39	10.10	7.65	13.28	8.58	7.67	4.87	7.12
9	Sphagnion medii	14.76	3.83	4.73	3.65	4.15	9.81	6.68	13.99	9.17	7.38	3.95	7.11
10	Molinion	12.89	6.43	7.38	5.22	6.96	7.92	8.06	13.02	8.16	8.04	6.33	7.26
11	Deschampsion caespitosae	13.56	6.78	7.47	6.06	7.50	8.52	8.18	12.81	8.43	7.82	6.03	7.16
12	Arrhenatherion elatioris	12.24	6.84	7.48	5.81	7.46	7.34	8.35	12.40	8.38	8.09	6.56	7.23
13	Cynosurion cristati	12.03	6.85	7.08	5.38	7.08	6.84	8.26	12.49	8.03	8.33	6.46	7.32
14	Agrostion vinealis	10.95	7.20	7.25	5.12	7.47	6.25	8.70	12.07	8.53	8.14	6.75	7.36
15	Violion	11.64	6.92	5.87	4.31	5.75	6.39	7.76	13.34	7.76	8.46	5.43	7.27
16	Corynephorion canescentis	9.82	6.93	6.56	4.18	6.18	5.36	9.28	12.28	8.34	8.59	6.08	7.60
17	Koelerion glaucae	9.50	6.74	6.63	3.91	6.32	5.25	9.16	12.24	8.47	8.45	6.29	7.63
18	Salicion alba	13.93	6.33	7.92	6.94	7.34	8.61	8.77	12.66	8.79	8.07	5.85	6.97
19	Salicion cinereae	16.10	4.03	5.76	4.29	4.85	10.85	7.18	13.43	9.03	7.27	3.98	7.46
20	Alnion	15.19	5.04	6.95	5.81	6.54	9.75	8.18	13.05	8.63	7.75	5.17	6.57
21	Betulion pubescentis	15.46	4.39	5.82	4.33	5.06	10.41	7.11	13.65	8.96	7.21	4.24	7.06
22	Carpinion	12.21	5.07	7.06	5.88	6.11	6.92	8.42	13.46	8.12	8.17	6.30	4.95
23	Quercion roboris	11.96	5.66	5.80	4.50	5.64	6.48	7.85	13.75	8.65	7.81	5.80	6.15
24	Cladonio-Pinetum	10.33	6.47	6.21	3.83	5.62	5.44	8.26	12.80	8.56	8.09	5.68	7.25
25	Pecedano-Pinetum	10.59	6.16	5.91	3.51	5.05	5.73	7.79	13.40	8.53	8.06	5.55	6.77
26	Dicrano-Pinetum	11.19	5.59	6.19	4.39	5.70	6.06	8.12	13.25	8.36	8.13	5.95	6.33
27	Molinio-Pinetum	12.68	5.11	5.20	4.25	5.42	7.21	7.53	13.63	8.52	7.67	5.30	6.11
28	Vaccinio uliginosi-Pinion sylvestris	13.19	4.77	4.97	4.11	4.95	8.00	7.17	13.78	8.80	7.47	4.68	6.38
29	Piceion	12.82	4.61	5.71	5.22	5.51	7.54	7.75	14.00	8.55	7.59	5.19	5.38
30	Artemisio dniproicae-Salicion acutifoliae	11.49	5.67	6.06	4.39	5.59	6.31	8.00	13.38	8.46	7.99	5.76	6.26

Тут і далі в таблицях 1 та 2, на Рисунок 2 та 3 – позначено екологічні фактори: Hd – вологість ґрунту, Ae – рівень ґрунтової аерації, Fh – флуктуації рівня зволоження, Rc – рівень ґрунтової кислотності, Sl – сольовий режим ґрунту, Ca – вміст карбонатів, Nt – вміст ґрунтового азоту, Tm – терморезим клімату, Om – омброрезим клімату, Kn – континентальність клімату, Cr – кріорезим клімату, Lc – рівень освітленості.

Умовні позначення: 1 – *Lemnetea*; 2 – *Potamogetonetea*; 3 – *Utricularietea*; 4 – *Phragmition*; 5 – *Magnocaricion*; 6 – *Scheuchzeria palustris*; 7 – *Caricion davallianae*; 8 – *Caricion fuscae*; 9 – *Sphagnion medii*; 10 – *Molinion*; 11 – *Deschampsion caespitosae*; 12 – *Arrhenatherion elatioris*; 13 – *Cynosurion cristati*; 14 – *Agrostion vinealis*; 15 – *Violion*; 16 – *Corynephorion canescentis*; 17 – *Koelerion glaucae*.

депресіях і осушувальних ярах на оліготрофних болотах (Дубина та ін., 2019). У бідному видовому складі серед судинних рослин домінує *Scheuchzeria palustris* L., *C. limosa* L., а також трапляються *Drosera rotundifolia* L., *V. oxycoccus*, *A. polifolia*, *Rhynchospora alba* (L.) Vahl (Рослинність УРСР. Болота., 1969; Андрієнко, Кузмичов, & Прядко, 1971). Суцільний сфагновий килим сформований *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. fallax*, *S. subsecundum* Nees, *S. papillosum* Lindb., а по купинах *P. alpestre* Menzies ex Brid.

Угрупування евтрофних заболочених низькоосокових лук, мезоевтрофних боліт формуються на торфовищах на карбонатних породах, з високим рівнем ґрунтових вод, частим витоком джерел (Біотопи лісової та лісостепової зон України, 2011; Національний каталог

біотопів України, 2018). Ценози переважно триярусні, де у густому травостої (до 90%) сформованому переважно злаками (*M. caerulea*, *D. caespitosa*, *Blasmus compressus* (L.) Link), значна частка осок (до 40%): *C. davalliana* Sm., *C. flava*, *C. panicea*. У негустому моховому ярусі з *C. cuspidata*, *Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs (до 40-45%) трапляються види дрібного різнотрав'я (*P. erecta*, *Parnassia palustris* L., *Comarum palustre* L., *R. acris*, *R. repens*).

Угруповання класу *Potamogetonetea* прикріплених і вільноплавних гідрофітів, що формуються у прісноводних евтрофних чи мезотрофних, непроточних чи проточних водоймах природного і штучного походження з мулистими, піщаними донними відкладами (Виділ 2). Літоральні угруповання мезотрофних та еумезотрофних озер утворені харовими водоростями (*Chara virgata* Kütz., *Nitella syncarpa* (Thuillier) Chevallier, *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi), плаваючими в товщі води рослинами-хижаками (*Aldrovanda vesiculosa* L., *Utricularia minor* L., *U. vulgaris* L.) та *Sparganium natans* L. є рідкісними. Внаслідок збільшення антропогенного впливу такі ценози на Поліссі зникають. Ценози розвиваються у товщі води від 0,30 до 3,50 м глибини. На більшій глибині зростають рослини менших розмірів *Ceratophyllum demersum* L., *C. submersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Potamogeton natans* L., в на глибині менше 1 м – крупніші рослини листки яких можуть плавати на поверхні *N. lutea*, *N. candida*.

На незначній глибині та в літоральній смузі розвивається рослинність макрофітів (Виділ 3), як земноводних рослин, що прикріплюються до дна водойми (*Eleocharis acicularis* (L.) Roem. & Schult., *Isoetes lacustris* L., *Hottonia palustris* L.), так і занурених (*H. morsus-ranae*, *Lemna gibba* L., *L. minor* L., *L. trisulca* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Stratiotes aloides* L., *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm., *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor*). Флористичний склад збіднюється через евтрофікацію водойм.

На знижених ділянках притерасної частини заплави річок, на зниження річкових терас з вологими дерново-підзолистими піщаними й супіщаними ґрунтами трапляються невеликі ділянки низько травних мезофітних луків союзу *Cynosurion cristati* (Виділ 13). У дво-три ярусному ценозі верхній формують переважно злаки *Agrostis capillaris* L., *C. cristatus*, *H. lanatus*, *S. pratensis*, *L. perenne*, з домішкою *A. odoratum*, *Luzula pallescens* Sw., *Daucus carota* L., *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F. H. Wigg., *Trifolium pratense* L. (Афанасьєв, 1968; Куземко, 2009; Кузярін, Кузьмішина, & Коцун, 2016). До добре розвиненого мохового ярусу входять *C. dendroides*, *P. alpestre*.

На староорних перелогах в заплавах на бідних дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах формуються угруповання за флористичним складом близькі до суходільних луків союзу *Agrostion vinealis* (Виділ 14). Угруповання дво-три ярусні, де у верхньому розрідженому ярусі (до 50%) домінують злаки *A. gigantea*, *A. vinealis* Schreb., *Holcus mollis* L. та *Carex praecox* Schreb. У різнотрав'ї представлені *Potentilla argentea* L., *A. millefolia*, *Silene latifolia* Poir., *Trifolium arvense* L., *T. pratense*. Моховий ярус часто займає до 50% поверхні (Воробйов, Балашов, & Соломаха, 1997; Сипайлова, Шеляг-Сосонко, & Соломаха, 1982).

На підвищеннях післялісових ділянок сухих соснових борів формуються невеликі ділянки суходільних луків союзу *Koelerion glaucae* (Виділ 17). У флористичному складі розріджених ценозів *Crepis tectorum* L., *Dianthus borbasii* Vandas, *Draba verna* L., *Herniaria polygama* J. Gay, *Hieracium umbellatum* L., *Koeleria glauca* (Schr.) DC., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn.

Характерною рисою поліських територій є формування специфічних псамофітних угруповань *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv. на піщаних флювіогляціальних відкладах заплав крупних річок (Виділ 16). На території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника такі угруповання широко поширені не лише по піщаних берегах водойм, а й по староорних перелогах, що відновлюються (*Didukh*, Pashkevych, Kolomiichuk, & Vyshnevskiy, 2023). Розріджений трав'яний ярус (30-70%) сформований домінантом та поодинокими видами *Jasione montana* L., *Pilosella officinarum* Vaill., *Veronica dillenii* Crantz, *Thymus serpyllum* L. Досить розвинений мохово-лишайниковий ярус (інколи до 90%) утворений ви-

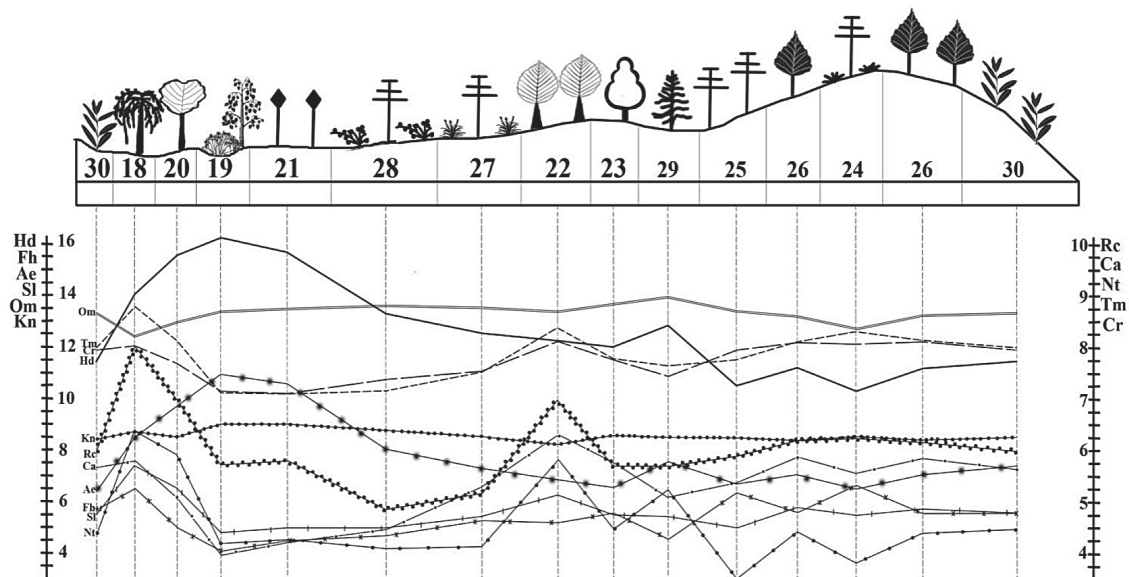


Рис. 3. Еколого-ценотичний профіль топологічного розподілу деревної та чагарникової рослинності.

Умовні позначення: 18 – *Salicion alba*; 19 – *Salicion cinerea* (*Betula humilis*); 20 – *Alnion*; 21 – *Betulion pubescentis*; 22 – *Carpinion*; 23 – *Quercion roboris*; 24 – *Cladonio-Pinetum*; 25 – *Picedano-Pinetum*; 26 – *Dicrano-Pinetum*; 27 – *Molinio-Pinetum*; 28 – *Vaccinio uliginosi-Pinion sylvestris*; 29 – *Piceion*; 30 – *Artemisio dniproicae-Salicion acutifoliae*.

дами роду *Cladonia* P. Browne: *C. arbuscula* (Wallr.) Flot., *C. furcata* (Huds.) Schrad., *C. mitis* Sandst., *C. rangiformis* Hoffm., та мохів *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *D. scoparius*.

Як видно із топологічного розподілу угруповань лісової рослинності (рис. 3), незважаючи на її синтаксономічну різноманітність, показники екофакторів угруповань досить зглажені. При цьому видно характер кореляції між зміною показників екологічних чинників.

Угруповання чагарників за участю *Salix daphnoides* Vill. знаходяться на стадії первинної сукцесії і формуються на дещо збагачених органічними речовинами піщаних ґрунтах найвищих ділянок профілю зрілої частини заплави річок (Виділ 30), в тому числі на осушених ділянках, як в Київській області. У розрідженому травостої *Artemisia campestris* L., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *C. praecox*, *Myosotis sicula* Guss., *Poa angustifolia* L., *Tanacetum vulgare* L., *Verbascum phoeniceum* L.

В центральній частині заплави за прирусловим валом в умовах тривалого сезонного затоплення формуються алювіальні ліси *Salicion alba* (Виділ 18). Вербняки утворені одноярусним деревостаном з *Salix alba* L., *S. × fragilis* L., та густим чагарниковим ярусом з *Frangula alnus* Mill. і *Rubus caesius* L. Трав'яний ярус не густий складений мезофітними видами *Stachys palustris* L., *Galium aparine* L., *Humulus lupulus* L., *R. repens*.

В пониженнях притерасної частини заплави на торфово-болотних та мулуватоболотних добре зволжених ґрунтах формуються угруповання широколистяних чагарникових верб (Виділ 19). Домінантами верхнього чагарникового ярусу виступають *Salix cinerea* L., *S. aurita* L., *S. pentandra* L., *F. alnus*, з незначною участю *Betula pubescens* L. У трав'яному розрідженому ярусі (до 80%) переважають типові болотні види *Comarum palustre*, *C. acuta*, *Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н. Р. Fuchs, *Equisetum fluviatile* L., *Thelypteris palustris* Schott. Такі лісові болота є попередньою сукцесійною стадією вільшняків союзу *Alnion* (Виділ 20). Чорновільшаники концентруються на периферії боліт та у пониженнях на торфянисто-глейових ґрунтах, представлені фрагментарно. Деревостан формують *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. та *B. pubescens*, *Pinus sylvestris* L. У трав'яному ярусі домінують *Carex lasiocarpa* Ehrh., *C. nigra*, *M. caerulea*, а у моховому *Dicranum rugosum* Hoffm. ex Brid., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *P. commune*, *S. fallax*, *S. palustre*.

Похідні березові ліси союзу *Betulion pubescentis* (Виділ 21) що формуються на місці вільшняків з домінуванням у деревному ярусі *B. pubescens*, *P. sylvestris*, зімкненістю до 0,8 (Григора, Воробйов, & Соломаха, 2005). В підліску та чагарниковому ярусі трапляються *F. alnus*, *S. cinerea*. У трав'яно-чагарничковому ярусі переважають *Menyanthes trifoliata* L., *V. oxycoccus*,

Rhododendron tomentosum Harmaja, *Vaccinium uliginosum* L. Представлено значна участь сфагнових мохів (*S. fallax*, *S. magellanicum*, *S. cuspidatum*, *S. centrale*). На території Чорнобильського заповідника відновлення природної рослинності відбувається на закинутих горах і сінокосах понижених ділянок за рахунок таких лісів (*Didukh*, *Pashkevych*, *Kolomiichuk*, & *Vyshnevskiy*, 2023).

На території Верхньоприпятьського округу найбільшу площу серед лісів становлять ліси класу *Vaccinio-Piceetea* (Фіцайло, Пашкевич, Мала, & Дідух, 2012). У мокрих та сирих бідних умовах незначних понижень рельєфу зростають сфагнові сосняки *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* (Виділ 28). Процеси заболочення і розвиток торфу в угрупованнях забезпечується за рахунок високого рівня ґрунтових вод, що виступають на поверхню торф'яно-глеєвих субстратів. Такі ліси утворюють досить густий високий деревостан (0,6-0,8) II го бонітету з домінуванням *P. sylvestris*, *B. pubescens*, *B. pendula* Roth. Трав'яно-чагарничковий ярус досить густий (до 80%) і утворений *V. uliginosum*, *Rh. tomentosum*, *C. nigra*, *Eriophorum vaginatum* L. Моховий ярус потужний та багатовидовий.

На вирівнених ділянках з високим рівнем ґрунтових вод формуються ценози вологих борів *Molinio-Pinetum* (Виділ 27). Це високобонітентні соснові ліси за участю *Quercus robur* L., *B. pubescens*, *F. alnus*, *Populus tremula* L. Розріджений трав'яно-чагарничковий ярус з *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea* L., *Rh. tomentosum*, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *M. caerulea*, *P. erecta*, *Pyrola rotundifolia* L. (Воробйов, Балашов, & Соломаха, 1997). Моховий покрив з *P. schreberi*, *Dicranum polysetum* Sw., *D. scoparium*, *P. alpestre*, *S. cuspidatum* формується на бідних опідзолених добре зволжених субстратах, де проходять процеси оглеєння.

На ділянках з добре сформованими багатими підзолистими свіжими слабодренуваними ґрунтами формуються грабово-дубові ліси союзу *Carpinion* (Виділ 22). У верхньому деревному ярусі *Q. robur*, *Acer platanoides* L., а *Carpinus betulis* L., *B. pendula*, нижньому. Чагарниковий переважно складений *Corylus avellana* L. У розрідженому травостої *Aegopodium podagraria* L., *Anemone nemorosa* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt, *Stellaria holostea* L.

Угруповання *Quercion roboris* (Виділ 23) на вирівняно-знижених ділянках зі змінним рівнем зволоження та дерново-підзолистими поверхнево оглеєними ґрунтами. Такі сосново-дубові ліси є багатими за флористичним складом угрупованнями лісів (до 30 видів). Вони характеризуються високою зімкненістю крон дерев (до 0,7), висотою до 20 м. Перший ярус формує *Q. robur* та *P. sylvestris*, а у другому – *C. betulus*, підпіст *Q. robur*, *A. platanoides*. У чагарниковому ярусі трапляються *C. avellana*, *Euonymus verrucosus* Scop., *Sorbus aucuparia* L. В розрідженому трав'яному ярусі (до 25%) домінують *Oxalis acetosella* L., *Convallaria majalis* L., *S. holostea*, зрідка трапляються *Milium effusum* L., *M. bifolium*, *Hedera helix* L.

На піщаних грядках формуються сосняки лишайникові *Cladonio-Pinetum* (Виділ 24) на піщаних дерново-підзолистих свіжих ґрунтах. В густих високих деревостанах з *P. sylvestris*, характерний розріджений трав'яний ярус з переважанням мезофітів та ксеромезофітів *Corynephorus canescens*, *Festuca ovina* L., *J. montana*, *Juniperus communis* L., та добре розвиненим лишайниковим ярусом з *Cladonia fimbriata*, *C. furcata*, *Cetraria islandica* (L.) Ach. та домішкою зелених мохів *P. piliferum*, *Ptilidium ciliare* (L.) Hampe.

На підвищених ділянках борових терас моренно-зандрових рівнин на свіжих супіщаних, легкосуглинистих, дерново-середньопідзолистих ґрунтах формуються значні масиви союзу *Peucedano-Pinetum* (Виділ 25). Деревний ярус високий з високим бонітетом сформований сосною з домішкою *Q. robur*, *B. pendula*. У трав'яно-чагарничковому ярусі як злаки *C. epigejos*, *Carex ericetorum* Pollich, *F. ovina*, так і різнотрав'я *Cytisus ruthenicus* Woł., *Convallaria majalis* L., *Fragaria vesca* L., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Solidago virgaurea* L., *Trientalis europaea* L., *Veronica officinalis* L.

На підвищеній ділянці алювіальних відкладів формуються піщані та супіщані дерново-слібопідзолисті ґрунти, на яких зростають типові ліси союзу *Dicrano-Pinion* (Виділ 26). Тут переважають зелені мохові ліси, у яких деревостан сформований *P. sylvestris* I-II бонітетів, до 30 м заввишки. Моховий ярус має високе (до 50%) проективне покриття і утворений *P.*

schreberi, *D. scoparium*. Трав'яний ярус дуже розріджений (до 25%) утворений *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Lycopodium clavatum* L., *P. officinarum*, *S. virgaurea*, *Veronica spicata* L.

На території, у вигляді невеликих острівців, збереглися ялинові ліси *Piceion* (Виділ 29), що переважно зростають на перезволожених і заболочених зниженнях рельєфу з моренними суглинками. Мезофітні ліси на кислих ґрунтах з добре розвинутим покривом зелених мохів, з гарною представленістю видів класу. До *Picea abies* (L.) H. Karst. домішуються *P. sylvestris*, *B. pendula*, *B. pubescens*, *A. glutinosa*, *P. tremula*, рідше *C. betulus*, *Q. robur*. В трав'яному покриві переважають *P. aquilinum*, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *O. acetosella*.

Як видно з еколого-ценотичного профілю трав'яного ряду (рис. 2), градієнт диференціації рослинних угруповань значно сильніший, ніж еколого-ценотичного профілю розподілу деревної та чагарникової рослинності. Найбільші відміни спостерігаються при підвищенні рельєфу та у заплавах річкових долин. Аналіз синфітоіндикаційних показників, що представлені на профілях та в табл. 1, показав, що коливання амплітуд екологічних факторів відображають топологічну диференціацію фітоценозів регіону досліджень. З метою оцінки кореляції між показниками екофакторів нами побудовані кореляційні матриці (рис. 3).

Найширшою амплітудою значень відзначається аерованість ґрунту – 53,2 % (рис. 4). Вологість ґрунту має також досить широку амплітуду (47,6% шкали). Найближчим до середнього значення амплітуди (13,82 бала) є союз торф'янистих луків *Deschampsion caespitosae* та сфагнові ліси *Vaccinio uliginosi-Pinion sylvestris* з показниками 13,56 та 13,19 відповідно). Мінімальні значення – 9,5 бали відповідають псамофітній трав'яній рослинності союзів *Corynephorion canescentis* та *Koelerion glaucae* (9,82 та 9,50 бали відповідно). Ці синтаксони займають подібні позиції і за чинником аерованості ґрунту, що пов'язаний з режимом зволоження ґрунту напрямку $R^2 = 0.9749$.

Вдвічі вужча амплітуда таких едафічних чинників, як – вміст карбонатів (21,9 бала) у ґрунті, сольовий режим (31.1 бала), кислотний режим ґрунту (23,2 бала) та вміст мінерального азоту в ґрунті (22.3 бала). Найнижчий вміст карбонатів характерний для осокових чагарникових боліт *Salicion cinereae* та сфагнових боліт союзів *Scheuchzerion palustris* та *Sphagnion medii* (3,9 бала). Найвищий – 6,75 бала відмічено для луків союзу *Agrostion vinealis*, а серед лігнозної рослинності – 6,3 бала для грабових лісів.

Таблиця 2

**Значення фітоіндикаційних показників екологічних факторів фітоценозів
Верхньоприп'ятський геоботанічного округу**

	Середні значення	Сигма	Min	Max	Різниця	% середнього	% різниці
Hd	13.82	2.96	9.50	20.44	10.94	60,09	47.57
Fh	5.46	1.15	3.14	7.20	4.06	49,64	36.94
Rc	6.58	0.98	4.73	8.21	3.48	43,87	23.19
Sl	5.03	1.01	3.51	6.94	3.43	45,73	31.14
Nt	6.23	1.15	4.15	8.38	4.23	32,79	22.27
Ae	8.53	2.45	5.25	13.23	7.98	56,87	53.22
Tm	8.04	0.65	6.68	9.28	2.60	47,29	15.32
Om	12.81	1.09	9.46	14.00	4.54	55,70	19.74
Kn	8.62	0.35	7.76	9.19	1.42	50,71	8.36
Cr	7.87	0.39	7.14	8.59	1.45	52,47	9.66
Ca	5.39	0.83	3.91	6.75	2.85	41,46	21.89
Lc	6.93	0.65	4.95	7.63	2.68	77,00	29.77

За відношенням до вмісту мінерального азоту в ґрунті найменші значення показника мають торф'яні болота союзу *Sphagnion medii* (4,15 бала), а найбільші – водної вільноплаваючої рослинності мезотрофних та евтрофних водойм – 8,38 бала. В той же час для угруповань торф'яних боліт характерна найбільша кислотність субстрату (4,7 бала), а для водної

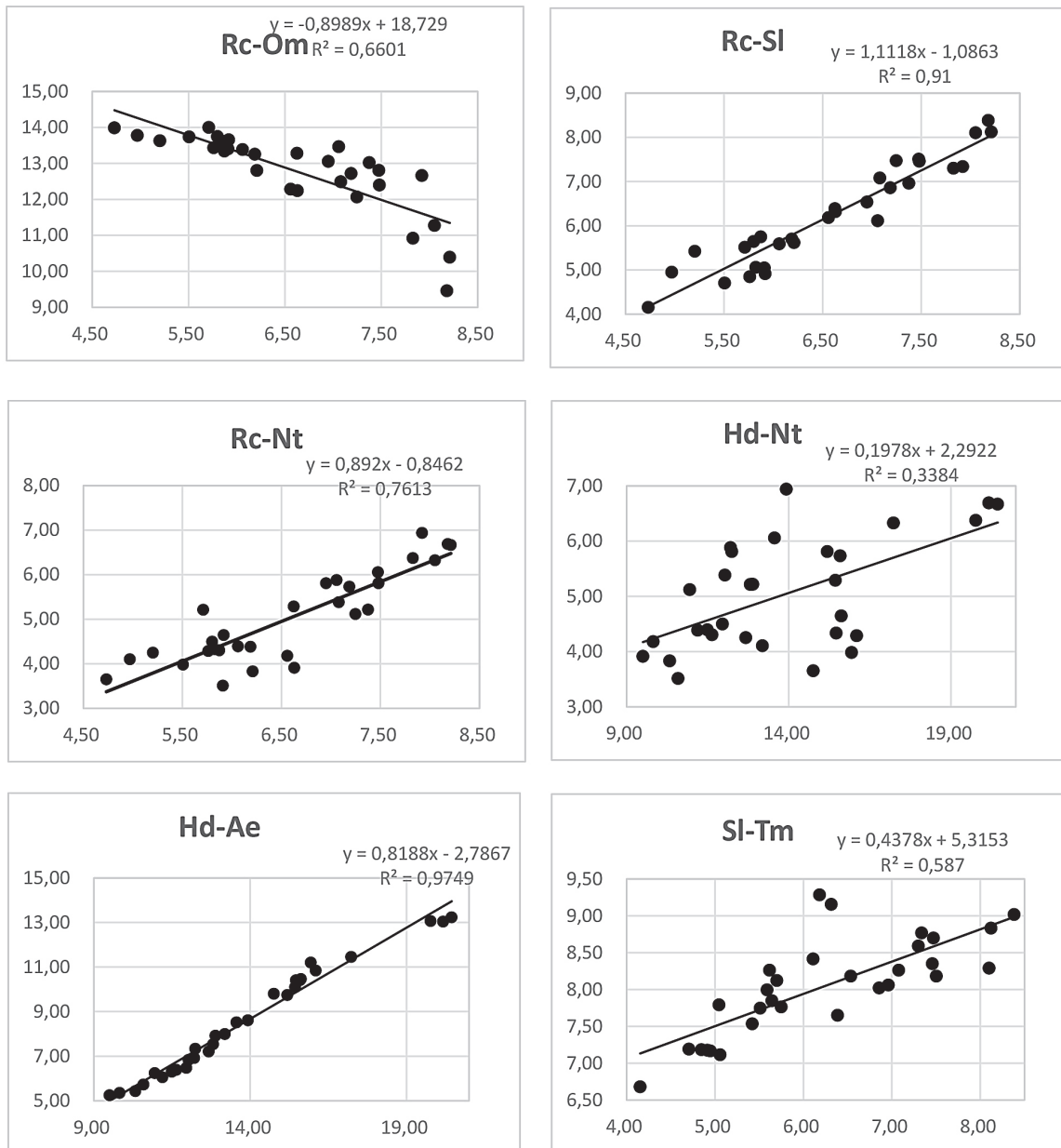


Рис. 4. Лінійна залежність між показниками провідних екофакторів.

рослинності – найнижча (8,0-8,2 бала). Серед деревної рослинності до екотопів з високим значенням рН приурочені ліси союзу *Vaccinio uliginosi-Pinion sylvestris*, а з вузьким значенням – заплавні вербові ліси (7,92 бала).

Досить високою (29,8%) амплітудою характеризується ступінь освітленості ценозів. Середній показник – 6,9 бала, мінімальний (4,9) – для затінених угруповань союзу *Carpinion*, максимальний (7,6) – для псамофітних угруповань *Koelerion glaucae*. Також високі показники характерні для факторів аерації ґрунтів (53,2%) та вмісту в них солей (31,1%), середні значення яких близькі до оптимуму шкали (відповідно 56,9 і 45,7%). При цьому найменш аерованими (5,17 бала) є угруповання союзу *Koelerion glaucae*, а найменшим показником вмістом солей (4,15 бала) характеризуються торф'яні болота союзу *Sphagnion medii*, найвищий ступінь аерації (13,23) і вмісту солей у ґрунті (8,38) мають водні ценози класів *Potamogetonetea* та *Lemnetea*.

Кліматичні значно вужчі межі варіювання, але найширшою амплітудою (29,88%) відрізняється омброрежим. Його середні показники близькі до оптимуму шкали (55,7%). Найнижчі показники омброрежиму (9,46) притаманні для *Lemnetea*, найвищі (14,0) ялиновим лісам *Piceion*. Найнижчий ступінь континентальності (7,76) мають вересові пусти-

ща (*Violion*), найвищий (9,19) – водні ценози *Potamogetonetea*. Інші кліматичні фактори не мають диференціюючого значення.

Висновки. Порівняння отриманих даних свідчить, що найбільш екстремальними показниками екологічних значень (мінімальними або максимальними) серед трав'янистих угруповань характеризуються болотні та лучні угруповання *Scheuchzeria palustris*, *Sphagnion medii*, *Agrostion vinealis*, які є індикаторними для округу. Слід відмітити, що синфітоіндикаційні показники водних угруповань зміщують значення і не відображають специфіку на рівні округу, тому не взяті до аналізу. Серед лісових і чагарникових ценозів екстремальними значеннями відзначаються соснові, грабові та заплавні вербові ліси союзів *Cladonio-Pinetum*, *Carpinion*, *Salicion cinereae*. Такий комплекс синтаксонів досить добре відображає специфіку округу – представленість типових болотних угруповань та ценозів на піщаних субстратах, і фрагментарне поширення грабових лісів, які формуються на північній межі ареалу.

Дослідження Поліської низовини у межах північної частини Київської області дозволили знайти спільні риси в складі рослинного покриву обумовленого особливістю рельєфу: плоскої рівнини складеної алювіальними відкладами Прип'яті з окремими піщаними горбами та моренними останцями. На цій території домінують соснові ліси, що формуються переважно на піщаних ґрунтах, субори та сугруди, ліси за участю *Q. robur* поширені в більш зволжених частинах рельєфу, а у знижених місцях із періодичним або постійним перезволоженням – вільшняки. Евтрофні осокові болота та лучно-болотна рослинність поширені вздовж заплави Прип'яті та її приток. Подальше детальне вивчення рослинності, висотні природні комплекси екологічних факторів (висота над рівнем моря, експозиція, положення в гірській країні, особливості геологічної і геоморфологічної будови, клімат, ґрунти) та їх картування дозволить відокремити межі геоботанічних одиниць районування (район, округ) та, можливо, об'єднати досліджені території в єдиний геоботанічний округ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Андрієнко Т. Л., Онищенко В. А., Прядко О. І., Панченко С. М., Арап Р. Я. Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 316 с. URL: https://www.botany.kiev.ua/doc/FitodiversityUA_Polissia_2006.pdf
- Андрієнко Т. Л., Балашов Л. С. Рослинність північної частини Житомирської області. *Український ботанічний журнал*. 1975. Т. 32, № 2. С. 153–159.
- Андрієнко Т. Л., Кузмичов А. І., Прядко О. І. Болота в районі Шацьких озер. *Український ботанічний журнал*. 1971. Т. 28, № 6. С. 727–733.
- Андрієнко Т. Л., Прядко О. І., Арап Р. Я., Коніщук М. О. Національний природний парк «Прип'ять-Стохід». Рослинний світ. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. 86 с.
- Афанасьєв Д. Я. Природні луки УРСР. Київ : Наукова думка, 1968. 256 с.
- Біотопи лісової та лісостепової зон України*. Київ : ТОВ «МАКРОС», 2011. 288 с.
- Брадїс Є. М., Андрієнко Т. Л. Детальне геоботанічне районування Полісся УРСР. *Український ботанічний журнал*. 1975. Т. 32, № 4. С. 471–475.
- Брадїс Є., Бачурина Г. Болота УРСР. Київ : Наукова думка, 1969. 242 с.
- Вірченко В. М., Нипорко С. О. Продромус спорових рослин України: мохоподібні. Київ : Наукова думка, 2022. 176 с.
- Воробйов Є. О., Балашов Л. С., Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності Поліського природного заповідника. *Український фітоценологічний збірник*. Київ : Фітосоціоцентр. 1997. Сер. В. Природно-заповідні території, Вип. 1 (8). С. 51–54.
- Григора І. М., Воробйов Є. О., Соломаха В. А. Лісові болота Українського Полісся (походження, динаміка, класифікація рослинності). Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 515 с.
- Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ : Наукова думка, 2012. 344 с.
- Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. Київ : Наукова думка, 1994. 280 с.
- Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. 2003. Т. 60, № 1. С. 6–17.
- Дідух Я. П., Якушенко Д. М., Фіцайло Т. В. Класифікація рослинності та біотопів Української частини транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся». *Створення транскордонного біосферного резервату та регіональної екологічної мережі в Поліссі*: збірник наукових статей. Київ, 2008. С. 41–55.
- Кондратюк С. Я., Попова Л. П., Федоренко Н. М., Ходосовцев О. Є. Продромус спорових рослин України: лишайники. Київ : Наукова думка, 2021. 731 с.
- Куземко А. А. Лучна рослинність. Клас *Molinio-Arrhenatheretea*. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. 376 с.
- Кузярін О., Кузьмішина І., Коцун Л. Лучна рослинність Шацького Поозер'я. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки*. 2016. № 7. С. 44–49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvnu_2016_7_11
- Маринич А. І. Природа Украинской ССР : Ландшафты и физико-географическое районирование. Київ, 1985. 222 с.
- Мякушко В. К. Сосновые леса равнинной части УССР. Киев : Наукова думка, 1978. 255 с.
- Національний каталог біотопів України. Київ : ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
- Продромус рослинності України* / Д. В. Дубина, Т. П. Дзюба, С. М. Ємельянова, Н. О. Багрікова, О. В. Борисова, Л. М. Борсукевич, Д. С. Винокуров, С. В. Гапон, Ю. В. Гапон, Д. А. Давидов, Т. В. Дворецький, Я. П. Дідух, О. І. Жмуд, М. С. Козир,

- В. В. Конішук, А. А. Куземко, Н. А. Пашкевич, Л. Е. Рифф, В. А. Соломаха, Л. М. Фельбаба-Клушина, Т. В. Фіцайло, Г. А. Чорна, І. І. Чорней, Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Д. М. Якушенко; відп. ред. Д. В. Дубина, Т. П. Дзюба. Київ : Наукова думка, 2019. 782 с. URL: https://geobot.org.ua/files/publication/2106/prodr_roslinn_ukr_2019.pdf
- Рослинність УРСР. Болота / відп. ред.: Є. М. Брадіс., Г. Ф. Бачурина. Київ : Наукова думка, 1969. 240 с.
- Рослинність УРСР. Ліси / відп. ред. Є. М. Брадіс. Київ : Наукова думка, 1971. 460 с.
- Рослинність УРСР. Луки / відп. ред. Д. Я. Афанасьєв. Київ : Наукова думка, 1968. 253 с.
- Сипайлова Л. М., Шеляг-Сосонко Ю. Р., Соломаха В. А. Характеристика фітоценозів заплавлених лук Українського Полісся. *Український ботанічний журнал*. 1982. Т. 39, № 5. С. 17–23.
- Торфово-болотний фонд УРСР, його районування та використання : монографія / Є. М. Брадіс, А. І. Кузьмичов, Т. Л. Андрієнко, Є. Б. Батячов ; відп. ред. Г. І. Білик ; АН УРСР. Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного. Київ : Наукова думка, 1973. 263 с.
- Физико-географическое районирование Украинской ССР / под ред. В. П. Попова, А. М. Маринич, А. И. Ланко. Киев : Изд-во Киевского университета, 1968. 684 с.
- Фіцайло Т. В., Пашкевич Н. А., Мала Ю. І., Дідух Я. П. Екологічна диференціація біотопів Шацького НПП. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 2012. № 9. С. 276–283.
- Шеляг-Сосонко Ю. Р. Ліси формації дуба звичайного на території України та їх еволюція. Київ : Наукова думка, 1974. 240 с.
- Юркевич І. Д., Голод Д. С., Адериго В. С. Растительность Белоруссии, картографирование, охрана и использование. Минск : Наука и техника, 1979. 248 с.
- Юсковець М., Рабик І., Кузярін О., Данилик І., Болотні оселища масиву Сира Погоня Рівненського природного заповідника та їхня соцологічна оцінка. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2023. Вип. 90. С. 30–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_biol_2023_90_5
- Ященко П. Т. Рослинний світ Шацького національного природного парку. *Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки*. 2007. № 11, ч. 1. С. 166–171.
- Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationskunde*. 3 aufl. Wien, New York: Springer, 1964. 865 p.
- Didukh Ya. P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv : Phytosociocentre, 2011. 176 p.
- Didukh Ya., Pashkevych N., Kolomiichuk V., Vyshnevskiy D. Vegetation changes within the Chornobyl Exclusion Zone, Ukraine. *Environmental & Socio-Economic Studies*. 2023. Vol. 11. P. 13–32. DOI: 10.2478/enviro-2023-0002
- Hennekens S. M., Schaminée J. H. J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*. 2001. Vol. 12(4). P. 589–591. DOI: 10.2307/3237010
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F. J. A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko S., Didukh Y. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. 2016. Vol. 19(1). P. 3–264. DOI: 10.1111/avsc.12257
- Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*. 2009. Vol. 20. P. 596–602. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Tichý L. J. Software for Vegetation Classification. *Journal of Vegetation Science*. 2002. Vol. 13. P. 451–453. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>

TOPOLOGICAL DIFFERENTIATION OF THE VEGETATION COVER OF THE UPPER PRYPIAT GEOBOTANICAL DISTRICT

Didukh Y.¹, Pashkevych N.², Fitsaylo T.³, Rozenblit Y.⁴

^{1, 2, 3, 4} M. G. Kholodny Institute of Botany

² Prypiatyn National Nature Park

*The article presents the results of a comprehensive geobotanical study of the Upper Pripjat geobotanical district, a key natural area of the northwestern part of the Ukrainian Polissia. The district is characterised by a significant diversity of natural landscapes, including pine and oak-pine forests, eutrophic and oligotrophic mires, floodplain and mainland meadows, as well as lake complexes. Based on more than 200 geobotanical relevés conducted between 2006 and 2024 using the Braun-Blanquet method, a synphytoindication assessment of the vegetation cover was performed. The study revealed the topological differentiation of vegetation in the district, identified typical and diagnostic syntaxa, and analyzed the influence of climate change and anthropogenic factors on the dynamics of plant communities. The most extreme environmental conditions are characteristic of mire and meadow communities (*Scheuchzeria palustris*, *Sphagnion medii*, *Agrostion vinealis*) and pine, hornbeam, and floodplain willow forests (*Cladonio-Pinetum*, *Carpinion*, *Salicion cinereae*). A clear relationship between vegetation patterns and geomorphology – alluvial plains, sandy hills, and moraine outliers – was established. Further mapping will refine the boundaries of geobotanical units and justify the designation of a separate district. The results provide an important basis for biodiversity conservation, wetland protection, and regional adaptation to contemporary climate challenges.*

Key words: *Ukrainian Polissia, synphytoindication, plant communities, plant cover differentiation, biodiversity.*

REFERENCES

- Afanasev, D. Ya. (Ed.). (1968). *Roslynnist URSS. Luky* [Vegetation of the Ukrainian SSR. Meadow]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Afanasyev, D. Ya. (1968). *Pryrodni luky URSS* [Natural meadows of the USSR]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Andriyenko, T. L., Onishchenko, V. A., Pryadko, O. I., Panchenko, S. M., & Arap, R. Ya. (2006). *Fitoriznomanittya Ukrainskogo Polissya ta yogo okhorona* [Phytodiversity of Ukrainian Polissya and its protection]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. Retrieved from https://www.botany.kiev.ua/doc/FitodiversityUA_Polissia_2006.pdf [in Ukrainian].
- Andriyenko, T. L., Pryadko, O. I., Arap, R. Ya., & Konishchuk, M. O. (2009). *Natsionalnyi pryrodnyi park "Pryp'yat-Stokhid"*. *Roslynni svit* [Pripyat-Stokhid National Nature Park. The plant world]. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
- Andriyenko, T. L., & Balashov, L. S. (1975). *Roslynnist pivnichnoi chastyny Zhytomyrskoi oblasti* [Vegetation of the northern part of Zhytomyr region]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 32(2), 153-159 [in Ukrainian].
- Andriyenko, T. L., Kuzmychov, A. I., & Pryadko, O. I. (1971). *Bolota v rayoni Shatskykh ozer* [Swamps in the Shatsk Lakes region]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 28(6), 727-733 [in Ukrainian].
- Biotopy lisovoi ta lisostepovoi zon Ukrainy* [Habitats of the forest and forest-steppe zones of Ukraine]. (2011). Kyiv: TOV "MAKROS" [in Ukrainian].
- Bradis, Ye. M. (Ed.). (1971). *Roslynnist URSS. Lisy* [Vegetation of the USSR. Forests]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Bradis, Ye. M., & Bachuryna, H. F. (Eds.). (1969). *Roslynnist URSS. Bolota* [Vegetation of the USSR. Bogs]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Bradis, Ye. M., Kuzmychov, A. I., Andriyenko, T. L., Batiachov, Ye. B., & Bilyk, H. I. (Ed.). (1973). *Torfovo-bolotnyi fond, yoho rayonuvannya ta vykorystannya* [Peatland fund, its zoning and use]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Bradis, Ye. M., & Andriyenko, T. L. (1975). *Detalne heobotanichne rayonuvannya Polissya URSS* [Detailed geobotanical zonation of Polissya of the USSR]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 32(4), 471-475 [in Ukrainian].
- Bradis, Ye., & Bachuryna, H. (1969). *Bolota URSS* [The swamps of the USSR]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationskunde*. 3 aufl. Wien, New York: Springer.
- Didukh, Ya. P. (2011). *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre.
- Didukh, Ya. P. (2012). *Osnovy bioindykatsii* [Fundamentals of bioindication]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P., & Plyuta, P. H. (1994). *Fitoindykatsiya ekologichnykh faktoriv* [Phytoindication of ecological factors]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P., & Shelyah-Sosonko, Yu. R. (2003). *Heobotanichne rayonuvannya Ukrainy ta sumizhnykh terytoriy* [Geobotanical zonation of Ukraine and neighbouring territories]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 60(1), 6-17 [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P., Yakushenko, D. M., & Fitsaylo, T. V. (2008). *Klasyfikatsiya roslynosti ta biotopiv Ukrainy chastynty transkordonnoho biosfernogo rezervatu "Zakhidne Polissya"* [Classification of vegetation and biotopes of the Ukrainian part of the Western Polissya transboundary biosphere reserve]. In *Stvorenniya transkordonnoho biosfernogo rezervatu ta rehionalnoi ekologichnoi merezhi v Polissi* [Creation of a transboundary biosphere reserve and regional ecological network in Polissya] (p. 41-55). Kyiv [in Ukrainian].
- Didukh, Ya., Pashkevych, N., Kolomiichuk, V., & Vyshnevskiy, D. (2023). *Vegetation changes within the Chornobyl Exclusion Zone, Ukraine*. *Environmental & Socio-Economic Studies*, 11, 13-32. DOI: 10.2478/enviro-2023-0002
- Dubyna, D. V., Dzyuba, T. P. (Eds.), Yemelyanova, S. M., Bahrikova, N. O., Borysova, O. V., Borsukevych, L. M. ... Yakushenko, D. M. (2019). *Prodromus roslynosti Ukrainy* [Prodromus vegetation of Ukraine]. Kyiv: Naukova dumka Retrieved from https://geobot.org.ua/files/publication/2106/prodr_roslyn_ukr_2019.pdf [in Ukrainian].
- Fitsaylo, T. V., Pashkevich, N. A., Mala, Yu. I., & Didukh Ya. P. (2012). *Ekologichna diferentsiatsiya biotopiv Shatskogo NPP* [Ecological differentiation of Shatsk NNP biotopes]. *Priroda Zakhidnoho Polissya ta prileglikh teritoriy*, 9, 276-283 [in Ukrainian].
- Hennekens, S. M., & Schaminée, J. H. J. (2001). TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4), 589-591. DOI: 10.2307/3237010
- Hryhora, I. M., Vorobyov, Ye. O., & Solomakha, V. A. (2005). *Lisovi bolota Ukrainskoho Polissya (pokhodzhennya, dynamika, klasyfikatsiya roslynosti)* [Forest bogs of Ukrainian Polissya (origin, dynamics, vegetation classification)]. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
- Kondratyuk, S. Ya., Popova, L. P., Fedorenko, N. M., & Khodosovtsev, O. Ye. (2021). *Prodromus sporovykh roslyn Ukrainy: lyshaynyky*. Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian].
- Kuzemko, A. A. (2009). *Luchna roslynnist. Klas Molinio-Arrhenatheretea* [Meadow vegetation. Class Molinio-Arrhenatheretea]. Kyiv [in Ukrainian].
- Kuzyarin, O., Kuzmishyna, I., & Kotsun, L. (2016). *Luchna roslynnist Shatskoho Poozer'ya* [Meadow vegetation of the Shatsk Lake area]. *Naukovyi visnyk Shchidnoyevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Biologichni nauky* [Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Biological sciences], 7, 44-49 Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvnu_2016_7_11 [in Ukrainian].
- Marinych, A. I. (1985). *Priroda Ukrainskoy SSR: Landshafty i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie* [Nature of the Ukrainian SSR: Landscapes and physiographic zoning]. Kiev [in Russian].
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarný, A. ... Tichý, L. (2016). *Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities*. *Applied Vegetation Science*, 19(1), 1-264. DOI: 10.1111/avsc.12257
- Myakushko, V. K. (1978). *Sosnovye lesa ravninnoy chasti USSR* [Pine forests of the plain part of the USSR]. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
- Natsionalnyi katalog biotopiv Ukrainy* [National Catalogue of Biotopes of Ukraine]. (2018). Kyiv: FOP Klymenko Yu.Ya. [in Ukrainian].
- Popov, V. P., Marynych, A. M., & Lanko, A. Y. (Eds.). (1968). *Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Ukrainskoy SSR* [Physico-geographical zoning of Ukrainian SSR]. Kiev: Izd-vo Kievskogo universiteta [in Russian].

- Roleček, J., Tichý, L., Zelený, D. & Chytrý, M. (2009). Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20, 596-602. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Shelyah-Sosonko, Yu. R. (1974). *Lisy formatsii duba zvychaynoho na terytorii Ukrainy ta yikh evolyutsiya* [Forests of the common oak formation in Ukraine and their evolution]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Sypaylova, L. M., Shelyah-Sosonko, Yu. R., & Solomakha, V. A. (1982). Kharakterystyka fitotsenoziv zaplavnykh luk Ukrainiskoho Polissya [Characteristics of phytocoenoses of floodplain meadows in Ukrainian Polissya]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 39(5), 17-23 [in Ukrainian].
- Tichy, L. (2002). JUICE, Software for Vegetation Classification. *Journal of Vegetation Science*, 13, 451-453. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Virchenko, V. M., & Nyporko, S. O. (2022). *Prodromus sporovykh roslyn Ukrainy: mokhopodibni*. [Prodromus of spore plants of Ukraine: bryophytes]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Vorobyov, Ye. O., Balashov, L. S., & Solomakha, V. A. (1997). Syntaksonomiya roslynosti Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka [Vegetation syntaxonomy of the Polissia Nature Reserve]. *Ukrainskyi fitotsenologichnyi zbirnyk* [Ukrainian phytocoenological collection], 1(8), 51-54 [in Ukrainian].
- Yashchenko, P. T. (2007). Roslynnyi svit Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku [Flora of the Shatsk National Nature Park]. *Naukovyi visnyk Volynskoho derzhavnoho universytetu im. Lesi Ukrainky*, 11(1), 166-171 [in Ukrainian].
- Yurkevich, I. D., Golod, D. S., & Aderikho, V. S. (1979). *Rastitelnost Belorusii, kartografirovaniye, okhrana i ispolzovaniye* [Vegetation of Belarus, mapping, protection and management]. Minsk: Nauka i tekhnika [in Russian].
- Yuskovets, M., Rabyk, I., Kuzyarin, O., & Danylyk, I. (2023). Bolotni oselyshcha masyvu Syra Pohonya Rivnenskoho pryrodnoho zapovidnyka ta yikhnya sozologichna otsinka [Wetland habitats of the Syra Pohonya massif of the Rivne Nature Reserve and their zoological assessment]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biologichna*, 90, 30-38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_biol_2023_90_5 [in Ukrainian].

УДК 574.5/.6(282.247.32)

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336849>

В. Р. Сагайдак

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна

v_sahaidak@gsuite.pnpu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4623-6399

Л. М. Гомля

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна

gomyaltm@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0462-9338

М. М. Дяченко-Богун

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна

ecos.poltava2015@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1209-2120

В. М. Перерва

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна

wladpererwa28@gmail.com

ORCID: 0009-0003-5221-4297

Д. А. Кононенко

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна

denchic1234567d@gmail.com

ORCID: 0009-0007-2331-2727

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ВИЩИХ ВОДНИХ, ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ ТА БЕРЕГОВИХ РОСЛИН ДОЛИНИ РІЧКИ ХОРОЛ

У статті висвітлено результати комплексного структурного аналізу флори вищих водних, прибережно-водних та берегових рослин долини річки Хорол, розташованої в межах Лівобережної частини Придніпровської низовини, у зоні лісостепу України. Встановлено видовий склад, таксономічну належність та екологічну структуру флори досліджуваного регіону, що має важливе значення для оцінки сучасного стану водно-болотних екосистем під впливом антропогенних чинників. Загалом виявлено 44 види судинних рослин, що належать до 35 родів, 23 родин, 18 порядків, 4 класів та 3 відділів (*Equisetophyta*, *Polypodiophyta*, *Magnoliophyta*). Домінуюче по-ложення займає відділ покритонасінних (*Magnoliophyta*) – 93,18% від загальної кількості видів.

Виконано класифікацію видів за екологічними групами відповідно до методики В. Г. Папченкова. Встановлено, що гідрофіти (справжні водні рослини) становлять 38,61% загального складу флори, прибережно-водні види (гелофіти та гірогелофіти) – 29,56%, а берегові види (гігрофіти, гігромезофіти та мезофіти) – 31,82%. Така структура свідчить про складну екологічну мозаїчність біотопів і високу здатність рослин адаптуватися до різних рівнів зволоження та водного режиму.

Отримані дані є вагомим внеском у вивчення флори водних екосистем Лівобережного Лісостепу, можуть бути використані для біомоніторингу, оцінки рівня евтрофікації, виявлення індикаторних видів, планування природоохоронних заходів та забезпечення сталого управління водно-болотними ресурсами.

Ключові слова: флора, долина річки Хорол, вищі водні рослини, прибережно-водна рослинність, екотипи, таксономічна структура, екологічна класифікація, гідроеко-системи.

Вступ. Вищі водні та прибережно-водні рослини – невід’ємна складова гідроекосистем. Вони виконують важливі екологічні функції, особливо в межах малих і середніх річок України: формують основу первинної продукції, беруть активну участь у побудові трофічних ланцюгів, сприяють збереженню стабільності хімічного складу водного середовища, зменшують концентрацію забруднюючих речовин та слугують біоіндикаторами екологічного стану водойм.

Такі параметри, як проективне покриття, флористичне різноманіття, життєві форми та екологічна приуроченість макрофітів, є ключовими при оцінці рівня евтрофікації водойм, впливу антропогенних чинників, режиму зволоження та загального екологічного стану водного середовища. У зв’язку з цим вивчення флористичного складу, екологічних особливостей та біологічних характеристик вищих водних, прибережно-водних та берегових рослин має як теоретичне, так і прикладне значення (Боярин, & Нетробчук, 2016; Дідух, 2012).

Долина річки Хорол розташована в межах Лівобережної частини Придніпровської низовини, в зоні лісостепу, та входить до складу Лівобережно-Придніпровської підпровінції Східноєвропейської провінції (за геоботанічним районуванням України) (Дідух, & Шеляг-Сосонко, 2003). Вона вирізняється складною структурою водно-болотних біотопів із різноманітним рослинним покривом, представленим як автохтонними, так і антропогенно зміненими фітоценозами.

Незважаючи на високу екологічну цінність цієї території, видовий склад та структура водної, прибережно-водної та берегової рослинності долини річки Хорол залишаються недостатньо дослідженими. Деякі аспекти флористики, структури угруповань та раритетної фракції вищих судинних рослин були висвітлені у роботах Гомлі (2002, 2005), Гомлі та Дерев’янка (2016), Титаренко (2018), Гамзи та Мовчана (2021).

Актуальність системного аналізу вищих водних, прибережно-водних та берегових рослин долини річки Хорол зумовлена необхідністю поглибленого вивчення їхньої систематичної, життєвої та екологічної структури, рівнів рясності та флористичної унікальності. Також дослідження дозволяє здійснити комплексну оцінку стану водно-болотних біотопів у контексті зростаючого антропогенного тиску.

Мета дослідження полягає у виявленні видового складу, систематичної належності та екологічної диференціації флори вищих водних, прибережно-водних та берегових рослин у межах долини річки Хорол.

Матеріали та методи дослідження. Польові флористичні дослідження проводилися протягом 2006-2025 років на території Полтавської області (Гадяцький, Миргородський, Хорольський, Семенівський та Глобинський адміністративні райони). Обстеження охоплювали основні типи біотопів: прируслові низинні болота, заболочені луки, заплавні водойми, болота з очеретяно-рогозовими заростями, прибережні схили, руслові ділянки, стариці, малі водойми з неглибокою водою.

Класифікацію екологічних груп макрофітів здійснено за методикою В. Г. Папченкова (Папченков, 2003), що ґрунтується на ступені контакту рослин з водним та повітряним середовищем, а також висоті повітряно-водних пагонів. Виділено такі екотиби:

Екотип I. Гідрофіти (справжні водні рослини):

Екологічні групи рослин:

макроводорості і водяні мохи;

гідрофіти, що вільно плавають у товщі води;

занурені укорінені гідрофіти;

укорінені гідрофіти з плаваючим листям;

гідрофіти, що вільно плавають на поверхні води.

Екотип II. Гелофіти (повітряно-водні рослини).

Екологічні групи рослин:

низькотравні гелофіти;

високотравні гелофіти.

Екотип III. Гідрогелофіти.

Крім того до екологічної структури флори долини річки Хорол ми додали і берегові рослини, які частково заходять у воду та формують окрему групу екотипів:

*Екотип IV. Гідрофіти.**Екотип V. Гігромезофіти**Екотип VI. Мезофіти.*

Ідентифікація видів здійснювалась із залученням таких джерел: «Визначник рослин України» (Барбарич, Брадїс, Вісюлін, Котов, & Зеров (Уклад.), 1965), гербарні фонди наукового гербарію кафедри ботаніки Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Українські назви подано згідно зі словником назв судинних рослин флори України (Зиман, Дідух, Гродзинський, Федорончук, & Булах (Уклад.), 2008), латинські – за чеклістом судинних рослин України (Mosyakin, & Fedoronchuk, 1999).

Результати та їх обговорення. Флора долини річки Хорол нараховує 44 види водних, прибережно-водних та берегових рослин, що належать до 35 родів, 23 родин (рис. 1), 18 порядків, 4 класів (Equisetopsida, Polypodiopsida, Liliopsida та Magnoliopsida) та 3 відділів (Equisetophyta, Polypodiophyta та Magnoliophyta) (табл. 1).

Відділ Equisetophyta представлений однією родиною Equisetaceae, що налічує 2 види – *Equisetum variegatum* Schleich. та *Equisetum palustre* L., (4,54% від загальної кількості видів).

Відділ Polypodiophyta представлений двома родинами – Ophioglossaceae до якої належить вид *Ophioglossum vulgatum* L. (2,27% від загальної кількості видів) та Salviniaceae що представлена видом *Salvinia natans* (L.) All. (2,27% від загальної кількості видів).

Відділ Magnoliophyta є домінуючим у складі флори водних, прибережно-водних та берегових рослин долини річки Хорол. Він представлений 41 видом, що становить 93,18% від загальної кількості видів. Клас Magnoliopsida включає 10 родин (43,47% від загальної кількості родин) та 18 видів (40,9% від загальної кількості видів) вищих водних, прибережно-водних та берегових рослин.

З 18 видів 4 види (9,09% від загальної кількості видів) належать до родини Plantaginaceae (*Callitriche palustris* L., *Gratiola officinalis* L., *Plantago maritima* L., *Veronica scutellata* L.), три види (6,81% від загальної кількості видів) належать до родини Primulaceae (*Glaux maritima* L., *Lysimachia thyrsiflora* L., *Primula veris* L.), по два види (по 4,54% від загальної кількості видів) входять до родини Ceratophyllaceae (*Ceratophyllum submersum* L., *Ceratophyllum demersum* L.), Ranunculaceae (*Ranunculus aquatilis* L., *Caltha palustris* L.) та Nymphaeaceae (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L.), по одному виду (по 2,27% від загальної кількості видів) належать до родин Rosaceae (*Comarum palustre* L.), Haloragaceae (*Myriophyllum spicatum* L.), Menyanthaceae (*Menyanthes trifoliata* L.), Polygonaceae (*Bistorta officinalis* Delarbre) та Lamiaceae (*Mentha aquatica* L.).

Клас Liliopsida налічує 10 родин (43,47% від загальної кількості родин), представлених 22 видами (50% від загальної кількості видів).

З цих 22 видів 5 видів (11,36% від загальної кількості видів) належать до родини Potamogetonaceae (*Potamogeton compressus* L., *Potamogeton friesii* Rupr. LC., *Potamogeton gramineus* L., *Potamogeton trichoides* Cham. & Schltdl. LC., *Potamogeton pectinatus* L.), по 3 види (по 6,81% від загальної кількості видів) належать до родин Orchidaceae (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo, *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh, *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase), Cyperaceae (*Carex montana* L., *Carex humilis* Leyss., *Carex chordorrhiza* L.f.), Iridaceae (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *Gladiolus tenuis* Bieb., *Iris pseudacorus* L.) та Poaceae (*Glyceria arundinacea* Kunth, *Melica transsylvanica* Schur, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), по 1 виду (по 2,27% від загальної кількості видів) належать до родин Araceae (*Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm), Hydrocharitaceae (*Najas minor* All.), Juncaginaceae (*Triglochin palustris* L.), Juncaceae (*Juncus effusus* L.), Typhaceae (*Typha latifolia* L.) (табл. 2).

Отже, хоча за кількісним складом родин клас Magnoliopsida та клас Liliopsida знаходяться на одному рівні (по 10 родин), однак за кількістю видів домінує саме клас Liliopsida.

Таблиця 1

**Систематичний склад флори водних, прибережно-водних
та берегових рослин долини річки Хорол**

Відділ	Клас	Кількість			
		порядків	родин	родів	видів
Equisetophyta	Equisetopsida	1	1	1	2
Polypodiophyta	Polypodiopsida	2	2	2	2
Magnoliophyta	Magnoliopsida	10	10	17	18
	Liliopsida	5	10	15	22
Всього		18	23	35	44

Таблиця 2

**Таксономічний склад водних, прибережно-водних
та берегових рослин долини річки Хорол**

Клас	Родина	Кількість видів	
		Абсолютна, од.	Відносна, %
Відділ Equisetophyta			
Equisetopsida	Equisetaceae	2	4,54%
Відділ Polypodiophyta			
Polypodiopsida	Ophioglossaceae	1	2,27%
	Salviniaceae	1	2,27%
Відділ Magnoliophyta			
Liliopsida	Orchidaceae	3	6,81%
	Potamogetonaceae	5	11,36%
	Cyperaceae	3	6,81%
	Poaceae	3	6,81%
	Iridaceae	3	6,81%
	Araceae	1	2,27%
	Hydrocharitaceae	1	2,27%
	Juncaginaceae	1	2,27%
	Juncaceae	1	2,27%
	Typhaceae	1	2,27%
Magnoliopsida	Plantaginaceae	4	10%
	Primulaceae	3	6,81%
	Ceratophyllaceae	2	4,54%
	Ranunculaceae	2	4,54%
	Nymphaeaceae	2	4,54%
	Rosaceae	1	2,27%
	Haloragaceae	1	2,27%
	Menyanthaceae	1	2,27%
	Polygonaceae	1	2,27%
	Lamiaceae	1	2,27%
Всього:	23 родини	44 види	100%

Екологічна структура флори відображає розподіл видів рослин за різними екологічними групами, що залежить від умов довкілля та здатності організмів адаптуватися до них. Водна флора охоплює ті види рослин, для яких найкращі умови зростання пов'язані зі зволеними місцями.

Відповідно до класифікації рослин водойм і водотоків, розробленої В. Г Папченковим (Папченков, 2003), екологічна структура водних рослин долини річки Хорол включає такі основні екотипи, як гідрофіти, гелофіти та гірогелофіти. Однак, важливо зазначити, що до складу флори водних об'єктів також зараховують і берегові рослини, які можуть заходити у воду, такі як гідрофіти, гіромезофіти та мезофіти, тому ми їх теж включили до основного аналізу водного компоненту. В основі цієї класифікації екотипів лежать такі ключові критерії, як рівень зв'язку рослини з повітряним середовищем та ґрунтом, а також висота надводних пагонів повітряно-водних рослин.

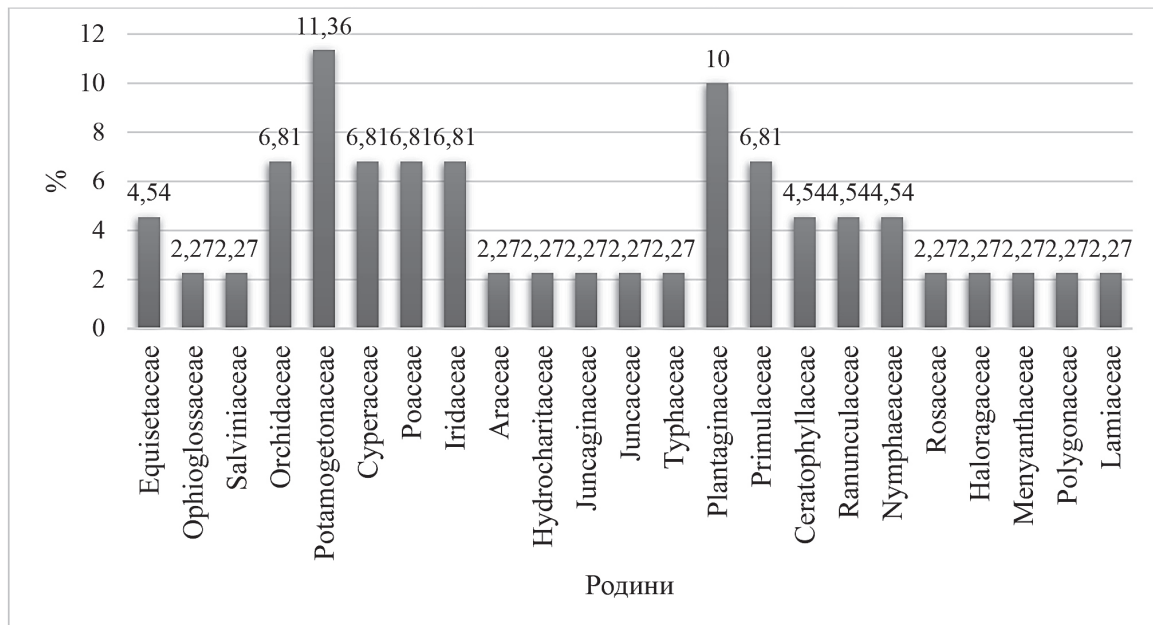


Рис. Сукупність родин водних, прибережно-водних та берегових рослин долини річки Хорол.

Екотип гідрофіти або справжні водні рослини об'єднує 4 екологічних групи: гідрофіти, що вільно плавають у товщі води, занурені укорінені гідрофіти, гідрофіти з плаваючим на поверхні води листям та гідрофіти, що вільно плавають на поверхні води. До цього екотипу відносяться 17 видів (38,61% від загальної кількості видів).

Найбільше справжніх водних рослин – 7 видів (15,9%), відносяться до екологічної групи занурених укоріненних гідрофітів. Це представники родин Ranunculaceae (*Ranunculus aquatilis* L., *Caltha palustris* L.), Haloragaceae (*Myriophyllum spicatum* L.), Hydrocharitaceae (*Najas minor* All.), Potamogetonaceae (*Stuckenia pectinata* (L.) Böerner), Plantaginaceae (*Callitriche palustris* L.), Menyanthaceae (*Menyanthes trifoliata* L.).

До екологічної групи гідрофітів з плаваючим на поверхні води листям відноситься 6 видів (13,63%): 2 представники родини Nymphaeaceae (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L.) та 4 представники родини Potamogetonaceae (*Potamogeton compressus* L., *Potamogeton friesii* Rupr., *Potamogeton gramineus* L., *Potamogeton trichoides* Cham. & Schltdl.).

По 2 види (по 4,54%) належать до гідрофітів, вільно плаваючих у товщі води – родина Ceratophyllaceae (*Ceratophyllum submersum* L. та *Ceratophyllum demersum* L.) та гідрофітів, що вільно плавають на поверхні води – родини Salviniaceae (*Salvinia natans* (L.) All.) та Araceae (*Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.).

До групи екотипів прибережно-водних рослин відноситься 13 видів (29,56%) флори долини річки Хорол, що розподіляються між двома екотипами: гелофіти, повітряно-водні рослини та гірогелофіти. Перший тип, в свою чергу, розмежований на низькотравні гелофіти та високотравні гелофіти.

Низькотравні гелофіти представлені 6 видами (13,64%). З них по 1-му виду належать до родин Ophioglossaceae (*Ophioglossum vulgatum* L.), Glyceria (*Glyceria arundinacea* Kunth), по 2 види – до родин Plantaginaceae (*Gratiola officinalis* L., *Plantago maritima* L.), Equisetaceae (*Equisetum variegatum* Schleich., *Equisetum palustre* L.).

Високотравні гелофіти становлять незначний відсоток від загальної кількості видів – 2 види (4,55%). Ця екологічна група представлена 2-ма родинami: Typhaceae (*Typha latifolia* L.) та Poaceae (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.).

Екотип гірогелофітів налічує 5 видів (11,37%) прибережно-водних рослин. 3 види належать до родини Cyperaceae (*Carex montana* L., *Carex humilis* Leysser, *Carex chordorrhiza* L.f.), по 1-му виду до родин Lamiaceae (*Mentha aquatica* L.) та Iridaceae (*Iris pseudacorus* L.).

Значний відсоток флори – 14 видів (31,92%) належить до берегових видів рослин і представлений 3-ма екотипами: гідрофіти, гірогелофіти, мезофіти.

Гідрофітів нараховується 7 видів (16%). З них 2 види належать до родини Primulaceae (*Glaux maritima* L., *Lysimachia thyrsiflora* L.), по 1-му виду відноситься до родин Juncaceae (*Juncus effusus* L.), Polygonaceae (*Bistorta officinalis* Delarbre), Rosaceae (*Comarum palustre* L.), Orchidaceae (*Dactylorhiza incarnata* L.) Soó та Juncaginaceae (*Triglochin palustris* L.).

4 види (9,1%) належать до екотипу гігромезофітів. Серед них 2 види є представниками родини Orchidaceae (*Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh., *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase), по 1-му виду відноситься до родин Plantaginaceae (*Veronica scutellata* L.) та Iridaceae (*Gladiolus tenuis* M.Bieb.).

Найменша кількість видів берегових рослин зафіксована у екотипу мезофітів – 3 види (6,82%). Мезофіти представлені 3-ма родинами, що налічує по 1-му представнику у кожній: Primulaceae (*Primula veris* L.), Iridaceae (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) та Poaceae (*Melica transsilvanica* Schur) (табл. 3).

Таблиця 3

**Екологічна структура флори вищих водних, прибережно-водних
та берегових рослин долини річки Хорол**

Екотип	Екологічна група	Види	К-ть видів та %
Гідрофіти або справжні водні рослини	Гідрофіти, що вільно плавають у товщі води	<i>Ceratophyllum submersum</i> L. <i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2 (4,54%)
	Занурені укорінені гідрофіти	<i>Ranunculus aquatilis</i> L. <i>Caltha palustris</i> L. <i>Myriophyllum spicatum</i> L. <i>Najas minor</i> All. <i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Böerner <i>Callitriche palustris</i> L. <i>Menyanthes trifoliata</i> L.	7 (15,9%)
	Гідрофіти з плаваючим на поверхні води листям	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith <i>Nymphaea alba</i> L. <i>Potamogeton gramineus</i> L. <i>Potamogeton compressus</i> L. <i>Potamogeton friesii</i> Rupr. <i>Potamogeton trichoides</i> Cham. & Schltdl.	6 (13,63%)
	Гідрофіти, що вільно плавають на поверхні води	<i>Salvinia natans</i> (L.) All. <i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.	2 (4,54%)
Гелофіти, повітряно-водні рослини	Низькотравні гелофіти	<i>Ophioglossum vulgatum</i> L. <i>Glyceria arundinacea</i> Kunth <i>Gratiola officinalis</i> L. <i>Plantago maritima</i> L. <i>Equisetum variegatum</i> Schleich. <i>Equisetum palustre</i> L.	6 (13,64%)
	Високотравні гелофіти	<i>Typha latifolia</i> L. <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	2 (4,55%)
Гірогелофіти		<i>Carex montana</i> L. <i>Carex humilis</i> Leysser <i>Carex chordorrhiza</i> L.f. <i>Mentha aquatica</i> L. <i>Iris pseudacorus</i> L.	5 (11,37%)
Гігрофіти		<i>Glaux maritima</i> L. <i>Lysimachia thyrsiflora</i> L. <i>Juncus effusus</i> L. <i>Bistorta officinalis</i> Delarbre <i>Comarum palustre</i> L. <i>Dactylorhiza incarnata</i> L.) Soó <i>Triglochin palustris</i> L.	7 (16%)

Гігромезофіти	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh. <i>Anacamptis palustris</i> (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase <i>Veronica scutellata</i> L. <i>Gladiolus tenuis</i> M.Bieb.	4 (9,1%)
Мезофіти	<i>Primula veris</i> L. <i>Crocus reticulatus</i> Steven ex Adams <i>Melica transsilvanica</i> Schur	3 (6,82%)
Загальна кількість видів		44 (100%)

Висновки. Проведене структурно-екологічне дослідження вищих водних, прибережно-водних та берегових рослин долини річки Хорол дало змогу виявити високе флористичне різноманіття та складну екологічну структуру рослинного покриву водно-болотних біотопів регіону. У межах досліджуваної території виявлено 44 види судинних рослин, що належать до 35 родів, 23 родин, 18 порядків, 4 класів і 3 відділів, серед яких домінує положення займає відділ Magnoliophyta, на який припадає понад 93% від загального числа видів.

Таксономічний аналіз показав, що найбільше видове представництво мають родини Potamogetonaceae, Plantaginaceae, Primulaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Poaceae та Iridaceae, що свідчить про багатство та структурну різноманітність флори. Видове різноманіття класів Liliopsida та Magnoliopsida розподіляється приблизно рівномірно за кількістю родин, однак Liliopsida значно переважає за кількістю видів, що свідчить про високу адаптаційність представників цього класу до умов вологих та водних біотопів.

Екологічний аналіз показав, що в структурі флори найчисельнішими є гідрофіти (17 видів, або 38,61%), серед яких найбільше представлені занурені укорінені форми – це свідчить про сприятливі умови для росту справжніх водних рослин у руслах, затоках, старицях та мілководдях річки Хорол. Значна частина рослин (13 видів, або 29,56%) належить до групи прибережно-водних гелофітів та гірогелофітів, які зростають у заболочених ділянках заплави та прибережних смугах. Особливу екологічну цінність мають представники берегових екотипів (14 видів, або 31,92%), серед яких виділяються гідрофіти, гігромезофіти та мезофіти, що свідчить про перехідний характер екологічних умов між водними та наземними екосистемами.

Виявлене різноманіття життєвих форм, екотипів та екологічних груп рослин є важливим індикатором гетерогенності середовища та екологічної стабільності досліджуваної ділянки. Співвідношення між гідрофітами та прибережно-водними рослинами вказує на наявність як типових водних умов, так і зон з періодичним зволоженням, що є характерним для заплави малих річок лісостепової зони України.

Результати дослідження мають важливе наукове та прикладне значення. Зокрема, вони можуть бути використані як основа для моніторингу стану водно-болотних екосистем, оцінки рівня евтрофікації водойм, виявлення ознак антропогенного навантаження, а також у природоохоронному плануванні, екологічній освіті та формуванні стратегії сталого управління водними ресурсами. Дослідження також доповнює флористичні дані для Східного Лісостепу України та створює підґрунтя для подальших геоботанічних та екологічних досліджень долин річкових систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Боярин М. В., Нетробчук І. М. Основи гідроекології: теорія і практика: навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 364 с.
- Визначник рослин України : учбовий посіб. / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР, А. І. Барбарич, Є. М. Брадів, О. Д. Віскулін, М. І. Котов та ін.; відп. ред. Д. К. Зеров. 2-ге вид., випр. і доп. Київ : Урожай, 1965. 875 с. URL: <https://archive.org/details/vyznr0slyn/page/167/mode/2up?view=theater>
- Гамза, Д. А., Мовчан В. В. Созологічна цінність лісових та лучних природних комплексів в середній течії річки Хорол. *Шості Сумські наукові географічні читання* : зб. наук. пр. СумДПУ ім. А. С. Макаренка. Суми, 2021. С. 85–88. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/49c0f9bf-ff01-4ade-ae81-19499e9db874/content>
- Гомля Л. М. Водно-болотна флора долини річки Хорол та її охорона. *Екологічні дослідження річкових басейнів Лівобережної України* : зб. наук. пр. СумДПУ ім. А. С. Макаренка. Суми, 2002. С. 154–158.

- Гомля Л. М. Рослинність долини річки Хорол та її флористичні і созологічні особливості : автореф. дис. ... канд. біол. наук / Нац. ботанічний сад ім. ММ. Гришка НАН України. Київ. 2005. 22с. URL: <https://geobot.org.ua/files/publication/111/gomlja.pdf>
- Гомля Л. М., Дерев'янка Т. В. Рослинність долини річки Хорол та її созологічні особливості. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. Вип. 4 (1). С. 77–82.
- Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ : Наукова думка, 2012. 344 с.
- Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Геоботанічне районування України та суміжних територій *Український ботанічний журнал*. 2003. Т. 60, № 1. С. 6–17.
- Папченко В. Г. О классификации растений водоемов и водотоков *Гидробиология: методология, методы, материалы школы по гидробиологии*. Рыбинск, 2003 С. 23–28.
- Титаренко А. А. Сучасний стан рослинності долини річки Хорол у межах Сумської області. *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії* : матеріали II Всеукр. конф. студентів та молодих учених, м. Суми, 25 квіт. 2018 р. Суми : ФОП Цьома С. П., 2018. С. 55–59. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/aa4ac1c0-aa1b-43ea-a0bc-8dcd0bb4750b/content>
- Тримовний словник назв судинних рослин флори України / С. М. Зиман, Я. П. Дідух, Д. М. Гродзинський, М. М. Федорончук, О. В. Булах; Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. Київ : Фітосоціоцентр, 2008. 320 с.
- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 с. URL: <https://botany.kiev.ua/doc/mosykin11.pdf>

STRUCTURAL ANALYSIS OF HIGHER AQUATIC, COASTAL AQUATIC AND COASTAL PLANTS OF THE KHOROL RIVER VALLEY

Sahaidak V., Homlia L., Dyachenko-Bohun M., Pererva V., Kononenko D.

Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University

The article highlights the results of a comprehensive structural flora analysis of higher aquatic, coastal and coastal plants of the Khorol River valley, located within the Left Bank part of the Dnieper Lowland, in the forest-steppe zone of Ukraine. The species composition, taxonomic affiliation, and ecological structure of the studied region's flora were determined, which is important for assessing the current state of wetland ecosystems under the influence of anthropogenic factors. In total, 44 species of vascular plants belonging to 35 genera, 23 families, 18 orders, 4 classes and 3 divisions (Equisetophyta, Polypodiophyta, Magnoliophyta) were identified. The dominant position is occupied by the division Magnoliophyta – 93.18% of the total number of species.

The species were classified into ecological groups according to V. G. Papchenkov's method. It was found that hydrophytes (true aquatic plants) account for 38.61% of the total flora, coastal aquatic species (helophytes and hygrophelophytes) – 29.56%, and coastal species (hygrophytes, hygromesophytes and mesophytes) – 31.82%. This structure indicates a complex ecological mosaic of biotopes and a high ability of plants to adapt to different levels of moisture and water regime.

The data obtained are a significant contribution to the study of the flora of aquatic ecosystems of the Left Bank Forest-Steppe and can be used for biomonitoring, assessment of eutrophication, identification of indicator species, planning of environmental protection measures and ensuring sustainable management of wetland resources.

Key words: flora, Khorol River valley, higher aquatic plants, coastal aquatic vegetation, ecotypes, taxonomic structure, ecological classification, hydro ecosystems.

REFERENCES

- Barbarych, A. I., Bradis, Ye. M., Visiulin, O. D., Kotov, M. I., & Zerov, D. K. (Eds.). (1965). *Vyznachnyk roslyn Ukrainy* [Plant identification of Ukraine] (2nd ed.). Kyiv: Urozhai. Retrieved from <https://archive.org/details/vyznr0slyn/page/167/mode/2up?view=theater> [in Ukrainian].
- Boiaryn, M. V., & Netrobchuk, I. M. (2016). *Osnovy hidroekologii: teoriia i praktyka* [Fundamentals of hydroecology]. Lutsk: Vezha-Druk [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P. (2012). *Osnovy bioindykatsii* [Fundamentals of bioindication]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P., & Sheliah-Sosonko, Yu. R. (2003). Heobotanichne raionuvannia Ukrainy ta sumizhnykh terytorii [Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian Botanical Journal], 60 (1), 6–17 [in Ukrainian].
- Hamza, D. A., & Movchan, V. V. (2021). Sozologichna tsinnist lisovykh ta luchnykh pryrodnykh kompleksiv v serednii techii richky Khorol [Sozological value of forest and meadow natural complexes in the middle reaches of the Khorol River]. In *Shosti Sumski naukovy heohrafichni chytannia: zb. nauk. pr. SumDPU im. A. S. Makarenka* [Sixth Sumy Scientific Geographical Readings: a collection of scientific papers of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko] (pp. 85–88). Sumy. Retrieved from <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/49c0f9bf-ff01-4ade-ae81-19499e9db874/content> [in Ukrainian].
- Homlia, L. M. (2002). Vodno-bolotna flora dolyny richky Khorol ta yii okhorona [Wetland flora of the Khorol River Valley and its protection]. In *Ekologichni doslidzhennia richkovykh basiniv Livoberezhnoi Ukrainy: zb. nauk. pr. SumDPU im. A. S.*

- Makarenka [Ecological studies of the river basins of the Left Bank of Ukraine: a collection of scientific papers of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko] (pp. 154-158). Sumy [in Ukrainian].
- Homlia, L. M. (2005). *Roslynnist dolyny richky Khorol ta yii florystychni i sozologichni osoblyvosti* [Vegetation of the Khorol River Valley and its floristic and sozological features] (Extended abstract of PhD dissertation). National Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv. Retrieved from <https://geobot.org.ua/files/publication/111/gomlja.pdf> [in Ukrainian].
- Homlia, L. M., & Derev'ianko, T. V. (2016). *Roslynnist dolyny richky Khorol ta yii sozologichni osoblyvosti* [Vegetation of the Khorol River Valley and its sozological features]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny* [Bulletin of problems of biology and medicine], 4 (1), 77-82.
- Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist. Kiev. Retrieved from <https://botany.kiev.ua/doc/mosykin11.pdf>
- Papchenkov, V. G. (2003). *O klassifikatsii rasteniy vodoemov i vodotokov* [About classification of plants of reservoirs and watercourses]. In *Gidrobotanika: metodologiya, metody: materialy shkoly po gidrobotanike* [Hydrobotany: methodology, methods: materials of the school on hydrobotany] (pp. 23-28). Rybinsk [in Russian].
- Tytarenko, A. A. (2018). *Suchasnyi stan roslynosti dolyny richky Khorol u mezhakh Sumskoi oblasti* [Current state of vegetation of the Khorol River valley within the Sumy region]. In *Teoretychni ta prykladni aspekty doslidzhen z biolohii, heohrafii ta khimii* [Theoretical and applied aspects of research in biology, geography and chemistry] (pp. 55-59). Sumy: FOP Tsoma S. P. Retrieved from <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/aa4ac1c0-aa1b-43ea-a0bc-8dcd0bb4750b/content> [in Ukrainian].
- Zyman, S. M., Didukh, Ya. P., Hrodzynskyi, D. M., Fedoronchuk, M. M., & Bulakh, O. V. (Eds.). (2008). *Trymovnyi slovnyk nazv sudynnykh roslyn flory Ukrainy* [Trilingual dictionary of names of vascular plants of the flora of Ukraine]. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].

УДК 574.5:[504.5:628.4.047

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336850>

Р. Г. Махінько

Поліський національний університет

Старий бульвар, 7, Житомир, Житомирська область, 10002

vse-svit@ukr.net

ORCID: 0009-0002-8401-8226

АДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ: БІОІНДИКАЦІЯ І АДАПТАЦІЯ ВОДНИХ ОРГАНІЗМІВ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

Стаття присвячена оцінці довготривалого радіоекологічного впливу на водні екосистеми у зоні впливу Чорнобильської катастрофи через майже 40 років після аварії. Дослідження охоплює водойми з різним рівнем радіонуклідного забруднення, включаючи річкові та озерні ділянки Полісся, а також контрольні зони за межами прямого радіаційного впливу. Вивчено просторовий розподіл довгоживучих радіонуклідів (^{137}Cs , ^{90}Sr) у воді, донних відкладах і водних організмах, що дозволило встановити характер їх біоаккумуляції, мобільності та екотоксикологічного навантаження на біоту.

*Застосовано сучасні методи біоіндикації із використанням модельних організмів — *Daphnia magna* та риб родини *Cyprinidae*. Аналізували життєздатність безхребетних і активність антиоксидантних ферментів (супероксиддисмутази та каталази) у тканинах риб як індикатори оксидативного стресу. На забруднених локаціях життєздатність *Daphnia magna* знижувалася до 40–55% порівняно з контрольними умовами. Активність ферментів у риб зростала на 50–70%, що свідчить про реалізацію адаптивних механізмів захисту.*

У локаціях з максимальним рівнем забруднення зафіксовано зниження ферментативної активності на тлі високої концентрації радіонуклідів, що вказує на виснаження компенсаторних ресурсів та потенційне порушення гомеостазу. Встановлено достовірні кореляції між рівнем ^{137}Cs у воді та активністю ферментів у риб ($r = 0.91$, $p < 0.01$), а також між концентрацією радіонуклідів і життєздатністю дафній ($r = -0.87$, $p < 0.05$).

Отримані результати можуть бути використані для створення систем довгострокового біоіндикаційного моніторингу, екологічної реабілітації забруднених водойм і прогнозування ризиків для біорізноманіття у радіаційно трансформованих регіонах.

Ключові слова: радіоекологія, ^{137}Cs , ^{90}Sr , біоіндикація, адаптація, ферменти, моніторинг.

Вступ. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 році залишається однією з найбільших техногенних катастроф ХХ століття, наслідки якої суттєво вплинули на структуру, функціонування та стійкість екосистем Східної Європи. Особливо вразливими до радіонуклідного забруднення виявилися водні екосистеми, що функціонують як депо для радіоактивних елементів внаслідок атмосферного випадіння, поверхневого змиву, ерозійних процесів і біохімічної мобільності ізотопів у гідросфері.

Серед довготривалих забруднювачів ключову роль відіграють ізотопи цезію-137 (^{137}Cs) та стронцію-90 (^{90}Sr), які характеризуються високою біологічною доступністю, здатністю до біоаккумуляції та пролонгованим періодом напіврозпаду. Їхнє тривале присутнє циркулювання в системі «вода – донні відклади – біота» формує хронічне радіаційне навантаження

на гідробіонтів різного трофічного рівня та загрожує як біорізноманіттю, так і екологічній рівновазі водойм.

Оцінка екологічного стану таких водойм вимагає не лише інструментального контролю радіонуклідів, але й використання чутливих біологічних індикаторів, які відображають сублетальні ефекти забруднення на рівні організму. Біоіндикаційний підхід із використанням дафній (*Daphnia magna*) та риб родини коропові (Cyprinidae) є одним із найбільш інформативних методів моніторингу водного середовища. Ці організми демонструють спектр фізіологічних реакцій на радіаційне навантаження, зокрема зміну життєздатності, порушення метаболізму та функціонування антиоксидантної системи захисту.

Результати попередніх досліджень (Kashparov et al., 2018; Mousseau, 2021) свідчать про існування адаптаційних механізмів у водних організмів до умов тривалого хронічного радіоактивного стресу. Водночас при перевищенні певного дозового порогу відбувається виснаження компенсаторних ресурсів, що супроводжується порушенням гомеостазу, окисним стресом та потенційною загибеллю організмів. Саме тому вивчення тонких біохімічних маркерів адаптації має ключове значення для прогнозування стійкості біоценозів у радіаційно трансформованих екосистемах.

Метою дослідження є комплексна біоіндикаційна оцінка екологічного стану водойм Житомирського Полісся у віддалений період після Чорнобильської катастрофи та визначення адаптаційної відповіді водних організмів на хронічне радіонуклідне навантаження.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження виконували у межах науково-дослідної теми «Радіоекологічна оцінка водних біоресурсів у віддалений період після аварії на Чорнобильській атомній електростанції», зареєстрованої в МОН України (№ 0124U000593). Польовий етап здійснювався навесні та восени 2024 року на п'яти вибраних локаціях Житомирського Полісся (табл. 1), які характеризуються різними рівнями радіоактивного забруднення. Вибір ділянок забезпечував просторову варіативність та репрезентативність радіаційного навантаження.

Таблиця 1

Локації різних типів водойм із різним рівнем радіоактивного забруднення

Локація	Географічне положення	Рівень забруднення
Локація 1	Річка Прип'ять біля села Чистоголівка	Високий, близькість до зони відчуження
Локація 2	Канал охолодження Чорнобильської АЕС	Максимальний, безпосередня близькість до джерела
Локація 3	Річка Уж у селі Іванків	Середній, периферійна зона впливу
Локація 4	Озеро Глибоке	Замкнене водоймище з накопиченням радіонуклідів
Локація 5	Річка Дніпро (контроль, біля Київського водосховища)	Низький, умовно чиста зона

Проби води відбирали відповідно до ДСТУ ISO 5667-11:2005, використовуючи стерильні контейнери об'ємом не менше 2 л. Зразки зберігали при температурі +5°C до моменту аналізу.

Проби донних відкладів збирали з глибини 0–10 см за допомогою ручного ґрунтозабірника. Після очищення від сторонніх домішок проби транспортували у маркованих ємностях у прохолодному стані.

Біологічні об'єкти — безхребетні *Daphnia magna*, які застосовували у тестуванні цілими організмами, риб родини Cyprinidae, у яких досліджували печінку та м'язову тканину.

Всі біологічні зразки транспортували живими. Перед аналізом проводили гомогенізацію тканин.

Усі радіологічні вимірювання проводили у вимірювальній лабораторії Поліського національного університету, акредитованій відповідно до ДСТУ ISO 10012:2005 (аудит 2022 р.).

Визначення питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr здійснювали на гамма-бетаспектрометрі МКС-АТ1315 (АТОМТЕХ), з використанням посуду Марінеллі та програмного забезпечення SPTR. Для детекції γ -випромінювання застосовували кристал NaI (63×63 мм), для β -випромінювання – полістирольний детектор (128×9 мм).

Потужність експозиційної дози γ -випромінювання визначали за допомогою дозиметра МКГ-АТ1321, оснащеного сцинтиляційним детектором (NaI, 25×40 мм) та лічильником Гейгера-Мюллера.

Біохімічний аналіз, оцінку антиоксидантного статусу здійснювали шляхом визначення активності - Супероксиддисмутази (СОД) — за методом Marklund & Marklund (1974) та Каталази — за методом Aebi (1984).

Ферменти екстрагували зі зразків риб'ячої тканини (печінка, м'язи) та з гомогенізованих організмів дафній. Визначення проводили спектрофотометрично.

У пробах води вимірювали температуру, рН, розчинений кисень, концентрації іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ за допомогою портативних мультисенсорів та спектрофотометрів.

Обробку даних здійснювали у R (версія 4.2.0), обчислювали середні значення, стандартне відхилення (SD), проводили ANOVA для міжгрупових порівнянь, визначали кореляції Пірсона (r).

Встановлено:

- сильну позитивну кореляцію між концентрацією ^{137}Cs у воді та активністю СОД у риб ($r = 0.91$, $p < 0.01$);

- негативну кореляцію між концентрацією радіонуклідів та життєздатністю *Daphnia magna* ($r = -0.87$, $p < 0.05$).

Результати та їх обговорення. Результати дослідження продемонстрували суттєву просторову варіацію концентрацій радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у воді, донних відкладах та тканинах водних організмів залежно від локалізації ділянки (табл. 2).

Таблиця 2

Концентрація ^{137}Cs і ^{90}Sr у воді та донних відкладах

Локація	Вода, ^{137}Cs , (Бк/л)	Вода, ^{90}Sr , (Бк/л)	Донні відклади ^{137}Cs , (Бк/кг)	Донні відклади, ^{90}Sr , (Бк/кг)
Локація 1 (Прип'ять)	95 ± 10	60 ± 8	450 ± 50	380 ± 40
Локація 2 (канал АЕС)	125 ± 15	80 ± 10	650 ± 70	520 ± 60
Локація 3 (р. Уж)	55 ± 6	35 ± 5	280 ± 30	190 ± 25
Локація 4 (оз. Глибоке)	40 ± 5	25 ± 4	230 ± 25	160 ± 20
Локація 5 (р. Дніпро)	8 ± 2	5 ± 1	50 ± 5	40 ± 5

Найвищий рівень радіоактивного забруднення було зафіксовано у водоймах, розташованих ближче до епіцентру катастрофи (рис. 1).

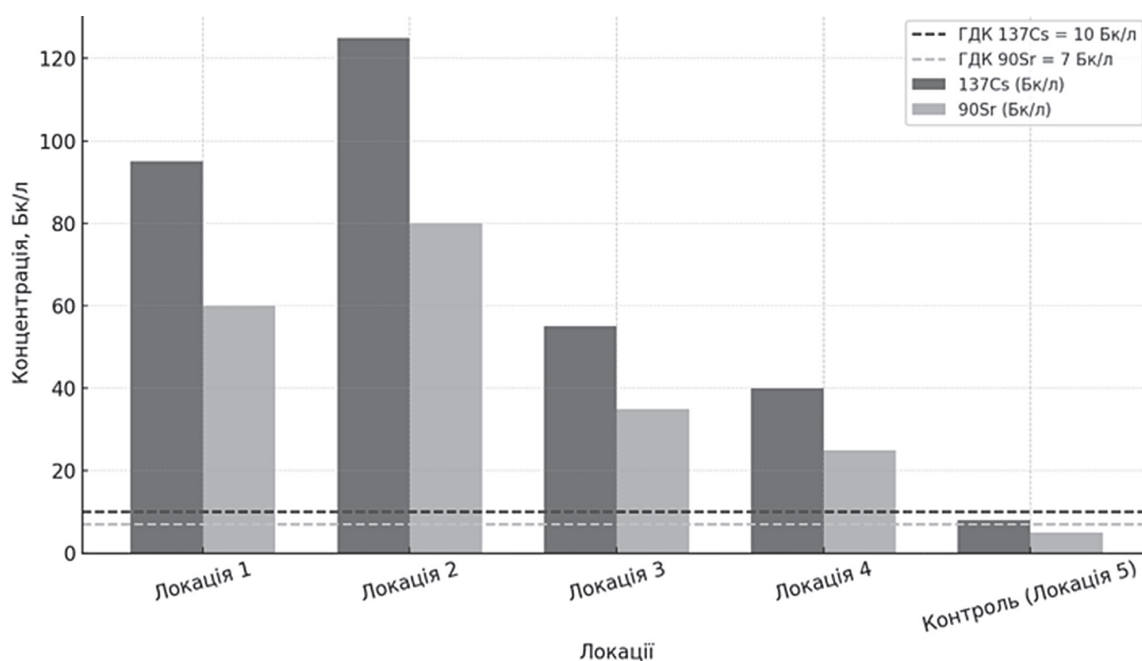


Рис. 1. Концентрація ^{137}Cs і ^{90}Sr у різних локаціях.

У локації 2, що безпосередньо прилягає до Чорнобильської АЕС, де концентрація ^{137}Cs у воді перевищувала 125 Бк/л, а у донних відкладах – понад 650 Бк/кг. У контрольній Локації 5 (р. Дніпро) зафіксовано рівні, що не перевищують орієнтовні ГДК: для ^{137}Cs у воді – 10 Бк/л, для ^{90}Sr – 7 Бк/л. З огляду на відсутність чітко нормованих ГДК для донних відкладів, концентрації понад 300 Бк/кг ^{137}Cs вважаються екологічно небезпечними (Kashparov et al., 2018).

У тканинах риб родини Cyprinidae виявлено біоаккумуляцію ^{137}Cs до рівня 160 ± 20 Бк/кг, що перевищує допустимі показники для харчових продуктів. Радіонуклід ^{90}Sr , відомий своїм афінитетом до кісткової тканини, переважно накопичувався у скелетних структурах, що свідчить про тривале хронічне забруднення середовища.

Біоіндикація екологічного навантаження

Життєздатність *Daphnia magna*, визначена як біоіндикатор чутливості до радіаційного впливу, знижувалася пропорційно концентрації ^{137}Cs у воді (табл. 3).

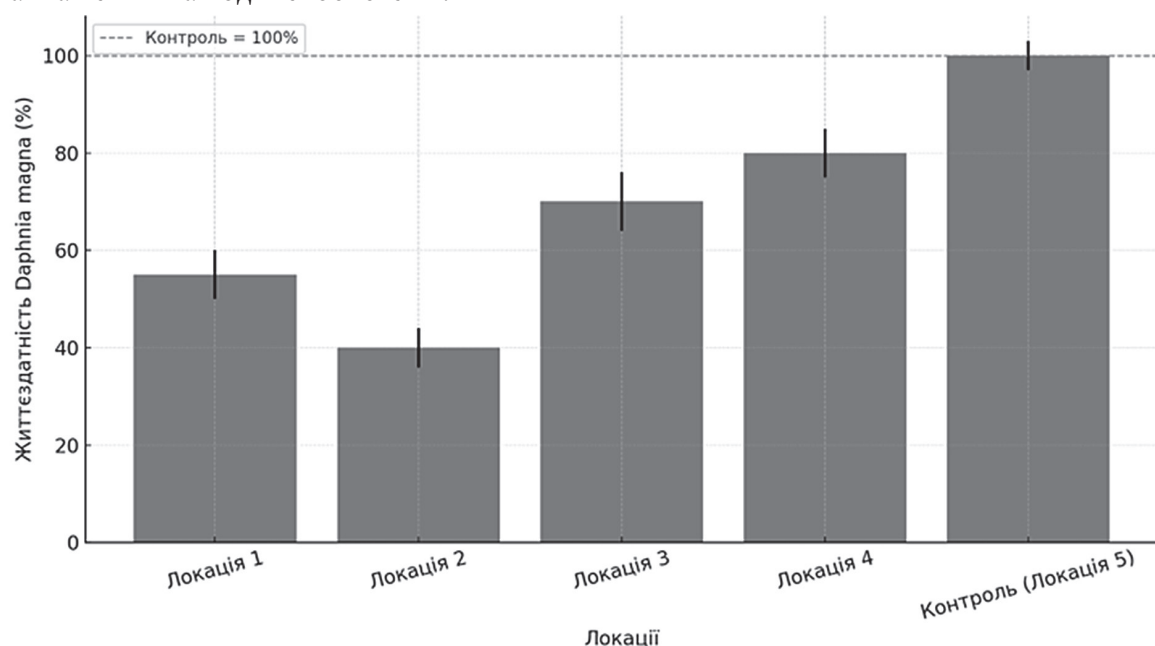
Таблиця 3

Життєздатність *Daphnia magna* при різних рівнях ^{137}Cs

Локація	^{137}Cs , вода (Бк/л)	Життєздатність (% від контролю)
Локація 1 (Прип'ять)	95	55 ± 5
Локація 2 (канал АЕС)	125	40 ± 4
Локація 3 (р. Уж)	55	70 ± 6
Локація 4 (оз. Глибоке)	40	80 ± 5
Локація 5 (р. Дніпро-контроль)	8	100 ± 3

У локаціях із концентрацією ^{137}Cs понад 50 Бк/л фіксувалося зниження життєздатності *Daphnia magna* на 40–60%. Це узгоджується з даними Sakauchi & Otaki (2023), які продемонстрували індукцію оксидативного стресу та порушення репродуктивної функції у безхребетних при хронічному впливі радіоактивного забруднення. Результати підтверджують ефективність *Daphnia magna* як чутливого біоіндикатора у моніторингу техногенного забруднення водойм (рис. 2).

Високі концентрації радіонуклідів у *Daphnia magna* свідчать про тривале радіоактивне навантаження на водні екосистеми.

Рис. 2. Життєздатність дафній у залежності від концентрації ^{137}Cs .

Таблиця 4

Активність антиоксидантних ферментів у тканинах риб

Локація	СОД (од./мг білка)	Каталаза (од./мг білка)
Локація 1 (Прип'ять)	7.5 ± 0.6	5.8 ± 0.5
Локація 2 (канал АЕС)	8.3 ± 0.7	6.5 ± 0.6
Локація 3 (р. Уж)	6.0 ± 0.5	4.2 ± 0.4
Локація 4 (оз. Глибоке)	5.3 ± 0.4	3.8 ± 0.3
Локація 5 (р. Дніпро-контроль)	4.0 ± 0.3	2.5 ± 0.2

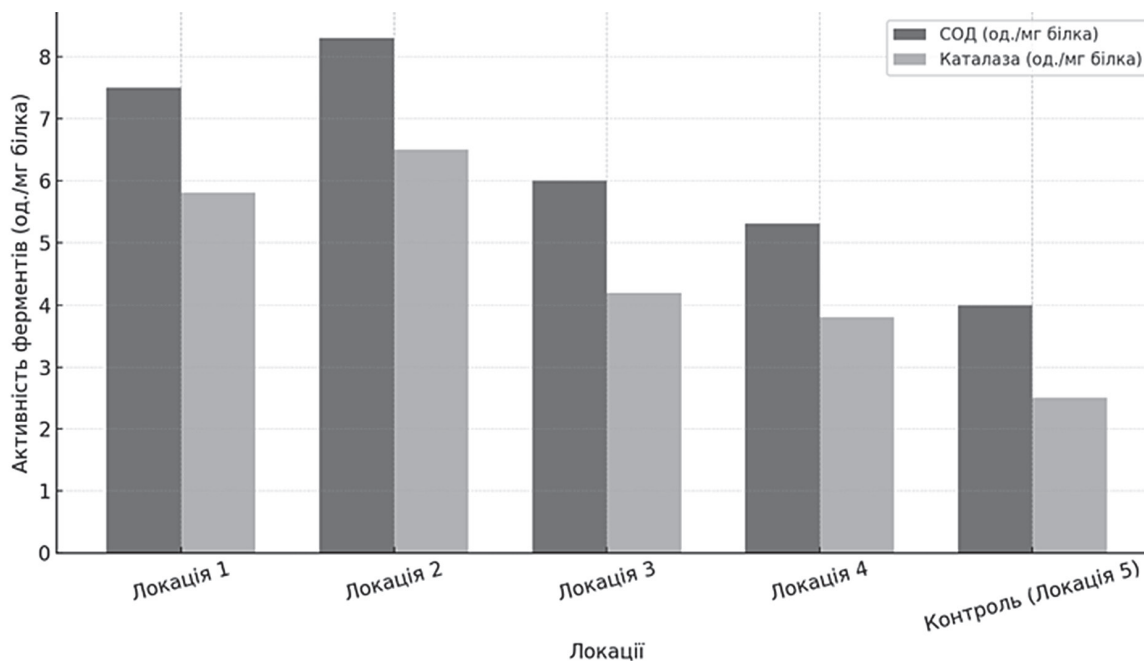


Рис. 3. Антиоксидантна активність у тканинах риб із різних локацій.

Адаптаційна відповідь водних організмів

Аналіз антиоксидантної відповіді у риб засвідчив значне підвищення активності ферментів першої лінії захисту – супероксиддисмутази (СОД) та каталази – у локаціях із підвищеним рівнем ^{137}Cs (табл. 4).

Графік демонструє позитивну кореляцію між рівнем ^{137}Cs і активністю ферментів, що відображає активність антиоксидантних ферментів (СОД і каталаза) у тканинах риб (рис. 3).

Найвищу активність СОД (8.3 од./мг білка) зареєстровано у риб із Локації 2 – понад 60% вище, ніж у контрольних зразках. Каталаза продемонструвала аналогічну тенденцію, що свідчить про активацію ферментативного захисту від оксидативного стресу.

Подібні зміни антиоксидантного профілю були описані у дослідженнях, де в умовах хронічного забруднення водойм зони відчуження ЧАЕС у риб фіксували стабільне підвищення активності СОД і каталази. Наші результати узгоджуються також з оглядом Mousseau (2021), який наголошував на універсальності антиоксидантної відповіді гідробіонтів при хронічному впливі іонізуючого випромінювання.

Водночас у Локації 2, яка зазнає максимального навантаження, спостерігалось зниження активності ферментів при високому накопиченні ^{90}Sr , що може свідчити про виснаження адаптаційних резервів організму. Цей ефект є важливим для розуміння меж екологічної пластичності водних організмів.

Отримані результати узгоджуються з даними Mousseau (2021), який зазначав, що хронічний вплив радіонуклідів викликає як адаптаційні реакції, так і довготривалі негативні наслідки для водних екосистем.

Екологічні наслідки

Отримані результати свідчать, що тривале радіонуклідне навантаження спричиняє трансформацію водних екосистем: зниження біорізноманіття, порушення фізіологічного стану гідробіонтів, зміни у трофічних зв'язках внаслідок біоаккумуляції та біомагніфікації.

База Інституту гідробіології НАН України (2024) також підтверджує зменшення чисельності та життєздатності гідробіонтів у зоні Полісся при підвищених концентраціях ^{137}Cs . Дані Kashparov et al. (2018) доповнюють цю картину, демонструючи стабільне накопичення радіонуклідів у тканинах водних організмів навіть через десятиліття після аварії.

Таким чином, результати нашого дослідження становлять наукову основу для створення ефективних систем екологічного моніторингу та формування стратегії реабілітації постраждалих акваторій. Подальші дослідження мають бути зосереджені на оцінці репродуктивного потенціалу популяцій, функціонуванні біоценозів та розробці біотехнологічних методів очищення радіоактивно забруднених водойм.

Висновки. Водойми, розташовані у зоні впливу Чорнобильської катастрофи, залишаються забрудненими радіонуклідами ^{137}Cs і ^{90}Sr навіть через десятиліття після аварії, що підтверджує необхідність постійного екологічного моніторингу.

Застосування біоіндикаторів — *Daphnia magna* та риб родини Cyprinidae — виявило достовірні зв'язки між концентрацією радіонуклідів і фізіологічними реакціями організмів. Зниження життєздатності дафній та зростання активності антиоксидантних ферментів у риб свідчать про вплив хронічного радіаційного навантаження та реалізацію адаптивної відповіді.

Водночас у найбільш забруднених локаціях зафіксовано ознаки виснаження компенсаторних механізмів, що вказує на обмеження адаптаційного потенціалу водних популяцій.

Отримані результати є основою для впровадження біоіндикаційної системи моніторингу, зокрема із використанням *Daphnia magna* як сенситивного тест-організму, та для формування стратегій реабілітації радіаційно забруднених водойм.

Автор засвідчує відсутність конфлікту інтересів при виконанні цього дослідження та підготовці рукопису.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Гудков Д., Кузьменко М., Кіреєв С., Назаров О., Шевцова Н., Дзюбенко О., Каглян О. Радіоекологічні проблеми водних екосистем зони відчуження Чорнобильської АЕС. *Вісник Національної академії наук України*. 2008. № 4. С. 44–55. URL: <https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/visnyk/article/view/4073>
- Махінко Р. Комплексні заходи по відновленню водойм Житомирського Полісся після Чорнобильської катастрофи. *Екологічні науки*. 2024. 3(54). С. 57–63. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.3-54.7>
- Kashparov V., Levchuk S., Zhurba M., Protsak V., Khomutinin Yu., Beresford N. A., Chaplow J. S. Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian Chernobyl Exclusion Zone. *Earth System Science Data*. 2018. Vol. 10(1). P. 339–353. URL: <https://doi.org/10.5194/essd-10-339-2018>
- Mousseau T. A. The Biology of Chernobyl. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 2021. Vol. 52(1). P. 87–109. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-024827>
- Sakauchi K., Otaki J. M. Soil microbes and plant-associated microbes in response to radioactive pollution may indirectly affect plants and insect herbivores: Evidence for indirect field effects from Chernobyl and Fukushima. *Microorganisms*. 2024. Vol. 12(2). P. 364. URL: <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020364>

RADIOACTIVE CONTAMINATION OF WATER BODIES: BIOINDICATION AND ADAPTATION OF AQUATIC ORGANISMS IN THE REMOTE PERIOD AFTER THE CHERNOBYL DISASTER

Makhinko R. H.

Polissya National University

This study presents an assessment of the long-term radioecological impact on aquatic ecosystems in the zone affected by the Chornobyl disaster nearly 40 years after the accident. The research covers water bodies with varying levels of radionuclide contamination, including riverine and lacustrine sites within the Polissia region and control areas outside the direct zone of radioactive influence. The spatial distribution of long-lived radionuclides (^{137}Cs and ^{90}Sr) in water, bottom sediments, and aquatic organisms was investigated, enabling an evaluation of their bioaccumulation, mobility, and ecotoxicological pressure on biota.

Modern bioindication methods were applied using model organisms – *Daphnia magna* and fish of the Cyprinidae family. The vitality of invertebrates and the activity of antioxidant enzymes (superoxide dismutase and catalase) in fish tissues were analyzed as indicators of oxidative stress. In contaminated locations, *Daphnia magna* vitality decreased to 40–55% compared to control conditions. Enzyme activity in fish increased by 50–70%, indicating the activation of adaptive protective mechanisms.

In the most contaminated sites, a decline in enzymatic activity was recorded despite elevated radionuclide concentrations, suggesting depletion of compensatory capacities and potential disruption of homeostasis. Significant correlations were established between ^{137}Cs levels in water and enzyme activity in fish ($r = 0.91$, $p < 0.01$), as well as between radionuclide concentrations and *Daphnia* vitality ($r = -0.87$, $p < 0.05$).

The obtained results provide a foundation for developing long-term bioindication-based monitoring systems, ecological rehabilitation of contaminated water bodies, and risk assessment for biodiversity in radiation-transformed environments.

Keywords: radioecology, ^{137}Cs , ^{90}Sr , bioindication, adaptation, enzymes, monitoring.

REFERENCES

- Hudkov, D., Kuzmenko, M., Kirieiev, S., Nazarov, O., Shevtsova, N., Dziubenko, O., & Kahlian, O. (2008). Radioekologichni problemy vodnykh ekosystem zony vidchuzhennia Chornobyl'skoi AES [Radioecological problems of aquatic ecosystems of the Chernobyl NPP exclusion zone]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine], 4, 44-55. Retrieved from <https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/visnyk/article/view/4073> [in Ukrainian].
- Kashparov, V., Levchuk, S., Zhurba, M., Protsak, V., Khomutinin, Yu., Beresford, N. A., & Chaplow, J. S. (2018). Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian Chernobyl Exclusion Zone. *Earth System Science Data*, 10(1), 339-353. Retrieved from <https://doi.org/10.5194/essd-10-339-2018>
- Makhinko, R. (2024). Kompleksni zakhody po vidnovlenniu vodoim Zhytomyrskoho Polissia pislia Chornobyl'skoi katastrofy [Comprehensive measures for the restoration of water bodies of Zhytomyr Polissya after the Chernobyl disaster]. *Ekologichni nauky* [Ecological sciences], 3(54), 57-63. Retrieved from <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.3-54.7> [in Ukrainian].
- Mousseau, T. A. (2021). The Biology of Chernobyl. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 52(1), 87-109. Retrieved from <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-024827>
- Sakauchi, K., & Otaki, J. M. (2024). Soil microbes and plant-associated microbes in response to radioactive pollution may indirectly affect plants and insect herbivores: Evidence for indirect field effects from Chernobyl and Fukushima. *Microorganisms*, 12(2), 364. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020364>

УДК 581.9:712(477.53-25)

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336851>

Т. В. Шкура

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

shctanya@ukr.net

ORCID: 0000-0002-5087-369X

М. М. Дяченко-Богун

КПолтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

ecos.poltava2015@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1209-2120

В. О. Рокотянська

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

rokotianska@ukr.net

ORCID: 0000-0002-7608-0989

В. В. Красовський

Хорольський ботанічний сад, вул. Кременчуцька, 1/79, офіс 46, м. Хорол,
Полтавська обл., Україна, 37800,

horolbotsad@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8302-6593

І. В. Мельников

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

imelnikov594@gmail.com

ORCID: 0009-0009-9767-4493

ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕНДРОФЛОРИ ПАРКУ «НА БРАЇЛКАХ» (М. ПОЛТАВА)

У населених пунктах зелені насадження, зокрема деревні рослини, мають надзвичайно важливе значення для створення комфортного, безпечного та здорового середовища для життя. Успішне озеленення міста напряму залежить від правильного вибору рослин. Не всі види підходять для умов міського середовища, де ґрунти часто забруднені, а повітря насичене шкідливими викидами промислових підприємств, автомобілів та пилом. Тому для озеленення слід обирати види, стійкі до стресових чинників – посухи, загазованості, морозів. У статті проаналізовано результати дослідження дендрофлори парку «На Браїлках» у місті Полтава. З'ясовано видовий склад дендрофлори, що включає 18 видів, загальною кількістю 208 екземплярів. Основну частину дендрофлори складають представники відділу Magnoliophyta, їх частка становить 90%. За життєвими формами домінують дерева – 16 видів, кущі представлені двома видами. Здійснено аналіз екологічних вимог рослин до факторів навколишнього середовища: освітлення, температури, вологозабезпечення та родючості ґрунтів. За відношенням до освітлення серед культивованих видів виявлено дві групи: тіневитривалих (56%) та світлолюбних (44%). За водним режимом переважна більшість деревних видів належить до мезофітів (83%), тоді як частка мезоксерофітів становить 11%, а ксеромезофітів – 6%. Аналіз вимогливості до родючості ґрунту показав, що понад половину видів (56%) становлять мезотрофи. Крім того, більшість деревних рослин (89%) віднесено до морозостійких, що свідчить про їх адаптованість до кліматичних умов регіону. Інтродуковані види становлять 53% дендрофлори парку, більшість з яких походить із Північної Америки та регіонів зі схожими кліматичними умовами. Проведено оцінку видового різноманіття за індексом Маргалефа, який становить 3,18, що свідчить про помірний рівень видового багатства дендрофлори парку «На Браїлках». Відзначено важливу еколого-валеологічну роль дендрофлори у формуванні сприятливих умов для життя людей у житлових і громадських зонах, забезпеченні повноцінного відпочинку, очищенні повітря, зниженні шумового та вібраційного забруднень.

Ключові слова: дендрофлора, урбанізовані території, антропогенні чинники, екологічна характеристика.

Вступ. Рослинність становить одну з важливих складових урбанізованого простору, виконуючи при цьому широкий спектр функцій. Зелені насадження є невід’ємною частиною сучасного міського середовища, які відіграють провідну роль у формуванні урболандшафтів, покращенні санітарно-гігієнічних умов проживання населення, мають кліматорегулююче, естетичне й освітнє значення. Доцільно-обгрунтоване поєднання різних видів рослин в урболандшафтах дозволяє ефективно пом’якшувати негативний вплив урбанізації. Саме тому створення зелених зон у межах населених пунктів є важливим напрямом сучасного благоустрою.

Зелені насадження Полтави становлять 14,5% площі міста і представлені основними елементами загального користування: міські парки (19 об’єктів малою площею до 25,0 га і один середніх розмірів (124,0 га), сквери (вісім об’єктів площею по 1,0-2,0 га, бульвари шириною у межах від 10 до 50 м) (Смоляр, 2019).

Показник озеленення міста – інтегральна характеристика екологічної безпеки, соціального добробуту та якості життя в урбанізованому середовищі. Ефективність озеленення урболандшафтів значною мірою визначається раціональним підбором видового складу дендрофлори. При цьому необхідно враховувати не лише природно-кліматичні особливості регіону, а й екологічні вимоги окремих видів до умов середовища. За суттєвих відмінностей між умовами вирощування та природним ареалом, рослини можуть втрачати декоративні якості, уповільнювати ріст або навіть деградувати. Тому основним критерієм при відборі видів дендрофлори повинна бути відповідність їх еколого-біологічних характеристик до ґрунтово-кліматичних умов місцевості. Такий підхід забезпечує підвищену стійкість, довговічність і декоративну цінність деревно-чагарникових насаджень.

Дендрофлора Полтави є важливим об’єктом ботанічного, екологічного та ландшафтного дослідження. Завдяки тривалій історії озеленення, яка бере свій початок із початку XIX століття, місто характеризується значним видовим різноманіттям деревних і чагарникових рослин.

Дендрофлора у різних містах України була досліджена низкою вчених, серед яких: Н. Грицай, С. Потоцька, О. Спрягайло, М. Олійник, В. Гнезділова, І. Журавльова, М. Тур, М. Шамрай, О. Дідур (Грицай, 2018; Потоцька, 2012; Спрягайло, 2012; Олійник, & Гнезділова, 2009; Журавльова, & Тур, 2024; Шамрай., & Дідур, 2022) та ін. Дендрофлору м. Полтави на сучасному етапі вивчали О. Байрак, В. Самородов, Т. Панасенко, Т. Дерев’янка, Н. Смоляр, Л. Билим, Н. Семеренко, А. Корнішина (Байрак, Самородов, & Панасенко, 2007; Дерев’янка, 2016; Смоляр, 2019; Билим, Семеренко, & Смоляр, 2019; Корнішина, 2020;). Аналіз стану міських зелених насаджень проводили Н. Власенко, Т. Дерев’янка, О. Орловський (Власенко, 2024; Дерев’янка, 2016; Дерев’янка, & Орловський, 2024; Орловський, 2024)

Проте, є райони м. Полтави у яких старі паркові насадження за останні роки були оновлені або в яких створені нові парки. Саме таким є Київський район міста Полтави, де за останні роки було розбудовано два парки: з 2007 року тривало будівництво дитячої поліклініки №3, а разом із тим відбувалася реорганізація та впорядкування парку «Авіаторам» на прилеглій території. З 2019 року розпочато створення та облаштування «Парку на Браїлках» – сучасної міської зеленої зони в мікрорайоні Браїлки.

Саме екологічні особливості дендрофлори новоствореного «Парку на Браїлках» стали об’єктом наукових досліджень.

Мета статті – дослідити видовий склад, екологічні особливості дендрофлори парку «На Браїлках» та розробити практичні рекомендації щодо урізноманітнення її видового складу.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження дендрофлори проводилося на території парку «На Браїлках», розташованого в мікрорайоні Браїлки міста Полтави. Площа парку становить приблизно 1 га. Польові дослідження здійснювались на усій площі парку у період активної вегетації рослин (квітень-жовтень) упродовж 2023-2024 років та першої половини 2025 року. Дослідження дендрофлори проводили маршрутним методом. Визначення видів проводили за визначни-

ками деревних рослин (Кохно (Ред.), 2001, 2002, 2005; Липа, Івченко, & Решетняк, 1993). Номенклатура таксонів узгоджена з «Checklist of Vascular Plants...» (Mosyakin, & Fedoronchuk, 1999). Для фіксації знайдених видів використовували цифрове фотографування об'єктів за допомогою камери смартфона Samsung Galaxy S20 із роздільною здатністю 64 Мп.

Для визначення екологічних характеристик видів за відношенням до освітлення, умов зволоження та ґрунтових умов використано екологічні шкали М. В. Маркова (Левандовська, 2019). Посухостійкість оцінювали за шкалою, де враховували рівень втрати тургору листків, засихання та опадання листків, пошкодження пагонів у кроні. Морозостійкість рослин оцінювали за даними візуальних спостережень із використанням шкали С. Я. Соколова (Голубкова, 2016). Індекс видового різноманіття обчислювали за формулою, запропонованою Маргалєфом (d) (Berger, & Parker, 1970):

$$d = (s - 1) / \ln N,$$

де: s – кількість видів; N – загальна кількість деревних рослин у деревостані.

Результати та їх обговорення.

Озеленення території Полтави має давню історію, що розпочалася ще у 1802 році і пов'язана з діяльністю князя О. Б. Куракіна. У місті розташовано багато парків, які входять до природно-заповідного фонду. Зокрема, шість із них мають статус парків-пам'яток садово-паркового мистецтва місцевого значення: Корпусний сад, Шевченківський парк (колишня назва Петровський), парки «Перемога», імені І. П. Котляревського, аграрного коледжу та агробіостанції педуніверситету (Байрак, Самородов, & Панасенко, 2007; Панасенко, 2008).

Парк на Браїлках у місті Полтава є одним із прикладів сучасної рекреаційної інфраструктури. Його створили на місці колишніх городів та садків, де місцеві жителі вирощували городину та фруктові дерева. Загальна площа парку становить понад 1 гектар, розташований він на вулиці Кучеренка. Будівництво парку розпочалося в 2019 році. У рамках першого етапу робіт, завершеного в кінці 2020 року, було реалізовано низку заходів щодо впорядкування території: проведено озеленення з висадкою дерев та кущів, облаштовано дитячі майданчики, встановлено системи освітлення, лавки, урни, а також прокладено асфальтовані доріжки для пішоходів.

Особливістю дослідженого парку є підтримання природного первісного рівнинного ландшафту, максимальне збереження культивованих представників дендрофлори, які тут зростали ще до реорганізації цієї території.

Планування й облаштування паркового простору орієнтоване на створення зручної та багатофункціональної території, яка задовольняє потреби різних верств населення у сфері відпочинку, занять спортом і соціального спілкування.

Нині оновлена територія активно використовується мешканцями для різних форм відпочинку. Упродовж року здійснюється догляд за зеленими насадженнями, включаючи санітарну обрізку та оновлення флористичного складу.

Згідно проведених нами інвентаризаційних досліджень встановлено, що в насадженнях парку «На Браїлках» налічується 188 деревних рослин та 20 кущів. За результатами проведеного дослідження встановлено, що дендрофлора парку має своєрідний флористичний склад, який представлений 18 видами дерев та кущів, які належать до 10 родин та 15 родів (Табл. 2). Відзначаються видовим різноманіттям родини *Rosaceae* (7 родів). Одним видом представлені родини *Betulaceae*, *Juglandaceae*, *Malvaceae*, *Hippocastanaceae*, *Oleaceae*, *Bignoniaceae*. Варто зазначити, що видовий склад насаджень парку не відрізняється значною різноманітністю. Наприклад, у найбільшому парку м. Полтава – Полтавському міському парку, площею 124,5 га, нараховується 230 видів, різновидностей та форм дерев та кущів (Байрак, Самородов, & Панасенко, 2007). Але за видовим різноманіттям досліджуваний парк має риси подібності із деякими полтавськими парками. Наприклад, у складі культивованої дендрофлори парку Воїнів інтернаціоналістів та алеї «Слави» виявлено 20 видів і 1 форму, що належать до 14 родів, 9 родин, 2 відділів (Дерев'янка, 2016). Видовий склад дендрофлори зелених насаджень Соборного майдану становить 26 видів, що належать до 20

родів (Корнішина, 2020). Збіднене видове різноманіття, виявлене в таксономічній структурі дендрофлори парку «На Браїлках» (табл. 1, табл. 2) узгоджується з подібною тенденцією, виявленою і в деяких інших міських парках Полтави.

Співвідношення між відділами *Magnoliophyta* і *Pinophyta* наведено в табл. 1., а таксономічний склад, екологічні особливості дендрофлори парку «На Браїлках» наведено у табл. 2.

Таблиця 1

Співвідношення між відділами *Pinophyta* і *Magnoliophyta* у дендрофлорі парку

Відділ	Кількість родин	% від загальної їх кількості	Кількість родів	% від загальної їх кількості
<i>Pinophyta</i>	1	10,0	1	6,7
<i>Magnoliophyta</i>	9	90,0	14	93,3

Таблиця 2

Таксономічний склад та екологічні особливості дендрофлори парку «На Браїлках»

№ п/п	Родина	Рід	Вид	Життєва форма	Екологічні особливості вибагливість видів до:					Походження	Кількість, шт	Частка від заг. к-ті дерев, %
					освітлення	умов зволоження	мінерального живлення	посухи	морозу			
1.	<i>Pinaceae</i>	<i>Picea</i>	Ялина звичайна (<i>Picea abies</i> L. Karsten)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Абориген	8	4
2.			Ялина колюча ф. 'Сиза' (<i>Picea pungens</i> Engelm f. <i>Glauca</i>)	Д	С	Х-М	OL	П	Мор.	Пн. Америка	6	2
3.	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	Дуб червоний (<i>Quercus rubra</i> L.)	Д	С	Me	OL	П	Мор.	Пн. Америка	1	0,5
4.	<i>Betulaceae</i>	<i>Betula</i>	Береза бородавчаста (<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.)	Д	С	Me	OL	П	Мор.	Абориген	38	18
5.	<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans</i>	Горіх грецький (<i>Juglans regia</i> L.)	Д	Т	Me	OL	П	Вм	Сер. Азія	3	1
6.	<i>Malvaceae</i>	<i>Tilia</i>	Липа серцелиста (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Абориген	36	17,5
7.	Rosaceae	<i>Spiraea</i>	Таволга Вангутта (<i>Spiraea Vanhouttei</i> (Briot) Zabel.)	К	С	М-Кх	OL	П	Мор.	гібрид	12	6
8.		<i>Sorbus</i>	Горобина звичайна (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Д	Т	Me	OL	П	Мор.	Абориген	8	4
9.		<i>Malus</i>	Яблуня садова (<i>Malus domestica</i> Borkh)	Д	С	Me	MT	П	Мор.	Абориген	15	7
10.		<i>Armeniaca</i>	Абрикос звичайний (<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.)	Д	С	Me	MT	П	Мор.	Центральна Азія	14	7
11.		<i>Prunus</i>	Вишня звичайна (<i>Prunus vulgaris</i> Mill)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Абориген	16	8
12.			Вишня японська, сакура (<i>Prunus serrulata</i> Lindl.)	Д	С	Me	MT	П	Мор.	Японія, Китай	1	0,5
13.		<i>Padus</i>	Черемха звичайна (<i>Padus racemosa</i> Lam.)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Абориген	2	1

14.	Sapindaceae	Acer	Клен гостролистий (<i>Acer platanoides</i> L.)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Абориген	24	11,5
15.			Клен несправжньо-платановий (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Центральна і Південна Європа	6	3
16.	Hippocastanaceae	Aesculus	Гіркокаштан звичайний (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	Д	Т	Me	MT	П	Мор.	Балканський п-ів	4	2
17.	Oleaceae	Syringa	Бузок звичайний (<i>Syringa vulgaris</i> L.)	К	Т	М-Кх	OL	П	Мор.	Балканський п-ів	8	4
18.	Bignoniaceae	Catalpa Scop.	Катальпа бігніонієвидна (<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.)	Д	С	Me	OL	П	Вм.	Пн. Америка	6	3
Усього											208	

Умовні позначення: Д – дерево, К – кущ, Т – тіневитривалий, С – світлолюбний, Х-М – ксеромезофіт, М-Кх – мезоксерофіт, Me – мезофіт, Мор. – морозостійкий, Вм – відносно морозостійкий, MT – мезотроф, OL – оліготроф, П – посухостійкий.

Серед досліджених видів дендрофлори незначну перевагу мають тіневитривалі (10 видів), що становить 56% від загальної кількості видів. Це *Picea abies*, *Juglans regia*, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus vulgaris*, *Padus racemosa*, *Acer platanoides*, *A. platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Syringa vulgaris*, решта є світлолюбними. Згідно аналізу екологічної приуроченості до вологості встановлено, що 83% видів дендрофлори парку належать до мезофітів, які демонструють середню потребу у волозі. Також у складі флори виявлено по два види мезоксерофітів (*Syringa vulgaris*, *Spiraea Vanhouttei*) (11%) та один ксеромезофіт (*Picea pungens* f. *Glaucia*) (6%). Аналіз даних гігроморф дендрофлори парку свідчить про наявність у парку сприятливих умов із достатнім рівнем зволоження ґрунту, характерних для мезофітної рослинності. З урахуванням трофічних вимог, переважна частина видів (56%) є мезотрофами (*Picea abies*, *Tilia cordata*, *Malus domestica*, *Armeniaca vulgaris*, *Prunus vulgaris*, *Prunus serrulata*, *Padus racemosa*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*), – середньовимогливі рослини до поживних речовин, решта видів – оліготрофи. Більшість описаних видів є морозостійкими (89%) і лише *Catalpa bignonioides* та *Juglans regia* – відносно морозостійкі, для яких щорічно фіксувалися явища обмерзання молодого листя та пагонів.

Значну частину рослинного складу парків становлять інтродуковані види – 44% від загальної кількості. Серед них – *Picea pungens*, *Quercus rubra*, *Catalpa bignonioides* (родом з Північної Америки), *Aesculus hippocastanum*, *Syringa vulgaris* (Балканський півострів), *Juglans regia* (Середньоазійський регіон), *Prunus serrulata* (Японія, Китай), *Acer pseudoplatanus* (Центральна і Південна Європа), *Armeniaca vulgaris* (Центральна Азія), решта – аборигенні. За результатами наукових досліджень з'ясовано, що найбільше інтродукованих видів парку має північноамериканське походження.

У межах досліджуваної території було виявлено 18 видів дерев і чагарників загальною кількістю 208 екземплярів. Для оцінки видового різноманіття використано індекс Маргалефа, який враховує кількість таксонів і загальну чисельність особин у вибірці. Згідно проведених обрахунків, отримано значення індексу $d = 3,18$. Це свідчить про помірний рівень видового різноманіття, характерний для урбанізованих зелених насаджень із відносно стабільною екологічною ситуацією.

Зіставлення отриманих результатів з аналогічними дослідженнями у межах Прирічкового парку м. Полтави вказує на подібний рівень різноманіття. Так, за результатами роботи Орловського О. В. (2024), у різних зонах Прирічкового парку індекс Маргалефа коливався

до максимального показника 1,35 залежно від екологічних умов і ступеня рекреаційного навантаження.

З метою озеленення та урізноманітнення складу дендрофлори парку ми пропонуємо впровадження таких видів рослин, які сприятимуть поліпшенню екологічного стану території та нададуть естетичної привабливості. До рекомендованих для впровадження в озеленення видів належать представники роду *Thuja*. Найбільш придатним для створення деревних насаджень у межах населених пунктів є *Thuja occidentalis* L., яка добре витримує умови міського середовища. Щодо роду *Tilia*, то, окрім *T. cordata*, доцільним є також використання *T. platyphyllos* Scop. Цей вид вирізняється високою здатністю до формування крони, стійкістю до низьких температур та атмосферного забруднення. *T. platyphyllos* виявляє підвищену життєздатність у міських умовах і рідше уражується шкідниками. Для озеленення досліджуваної території ефективним буде застосування *Acer tataricum* L., що характеризується відносною невибагливістю до вологості й родючості ґрунту, а також високою толерантністю до забруднення повітря пилом. *A. campestre* характеризується відносною посухо- і тіньовитривалістю, морозостійкістю та здатністю краще переносити засолення ґрунтів і дефіцит вологи порівняно з *A. platanoides*. Перспективним видом для озеленення також є *Catalpa speciosa* Warder. Ця рослина вирізняється високою зимостійкістю, відносною посухостійкістю, хоча потребує достатнього зволоження ґрунту. Вона є стійкою до атмосферного забруднення, що робить її придатною для поодиноких або групових декоративних посадок на відкритих ділянках (Кохно (Ред.), 2002).

Широке застосування у декоративних та лісомеліоративних насадженнях України має *Fraxinus lanceolata* Borkh. Цей вид вирізняється швидким ростом, помірною вибагливістю до ґрунтових умов, а також високою морозо- й посухостійкістю. В умовах урбанізованого середовища він менше вражається шкідниками та проявляє вищу стійкість порівняно з іншими представниками роду *Fraxinus*.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що дендрофлора парку «На Браїлках» у місті Полтава представлена 18 видами деревних і чагарникових рослин, що належать до 10 родин і 15 родів. Домінуючими є представники відділу *Magnoliophyta*, які становлять 90% від загальної кількості видів. За відношенням до освітлення серед культивованих видів виявлено дві групи: тіневитривалих (56%) та світлолюбних (44%). За водним режимом більшість деревних видів є мезофітами (83%), інші мезоксерофіти (11%) та ксеромезофіти (6%). Аналіз вимогливості до родючості ґрунту засвідчив, що 56 % видів належать до мезотрофів. більшість деревних рослин (89%) віднесено до морозостійких, що свідчить про їх адаптованість до кліматичних умов регіону. Близько 53% дендрофлори парку становлять інтродуковані види, здебільшого з Північної Америки та інших регіонів із подібним кліматом, що зумовлює їх успішну адаптацію в умовах урбанізованого середовища. Індекс Маргалефа (3,18) вказує на відносно багатий видовий склад дендрофлори за помірної чисельності екземплярів, що засвідчує сприятливі умови для співіснування різних таксонів у межах парку. Екологічна характеристика дендрофлори парку «На Браїлках» свідчить про раціонально сформований склад деревно-чагарникових насаджень, який забезпечує тривале функціонування в умовах міського середовища. Запропоновано перспективні види для поповнення деревних та кущових насаджень парку, зокрема: *Thuja occidentalis*, *Tilia platyphyllos*, *Acer tataricum*, *Catalpa speciosa*, *Fraxinus lanceolata*, які мають високий адаптаційний потенціал до умов урбанізованого середовища, декоративну привабливість.

Дендрофлора парку «На Браїлках» виконує важливі еколого-валеологічні функції, сприяючи покращенню мікроклімату мікрорайону, очищенню повітря, зниженню шумового забруднення та створенню сприятливих умов для рекреації населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Байрак О. М., Самородов В. М., Панасенко Т. В. Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку. Полтава : Верстка, 2007. 276 с.
- Билим Л. Р., Семеренко Н. М., Смоляр Н. О. Прирічковий парк у Полтаві як важлива у рекреаційному відношенні зелена зона міста. *Галузеві проблеми екологічної безпеки* : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., 25 жовт. 2019 р. Харків, 2019. С. 36–39. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/items/ca810843-7cdd-4302-9170-c1ab1bd52778>
- Власенко Н. О. Використання індексів життєвого стану для моніторингу міських насаджень. *Біологія та екологія*. 2024. Т. 10, № 2. С. 26–33. DOI: <https://doi.org/10.33989/2024.10.2.323712>
- Голубкова І. М. Оцінка морозостійкості та зимостійкості видів роду *Persica* Mill. у Правобережному Лісостепу України. *Інтродукція рослин*. 2016. № 2 (70). С. 82–90. URL: https://nbg.kyiv.ua/files/site/page_file/tfile2cbfc00a77d4ceb0121be10582066c5a.pdf
- Грицай Н. Б. Таксономічна структура дендрофлори парку Молоді м. Рівного. *Біологія та екологія*. 2018. Т. 4, № 1 С. 27–33. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/10281>
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: довідник / М. А. Кохно, С. І. Кузнєцова (ред.), В. І. Гордієнко, Г. С. Захаренко та ін.; НАН України, Нац. ботан. сад імені М. М. Гришка. Київ : Вища шк., 2001. 207 с.
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні: довідник / М. А. Кохно (ред.), Л. І. Пархоменко, А. У. Зарубенко та ін.; НАН України, Нац. ботан. сад імені М. М. Гришка. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. Ч. 1. 448 с.
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні : довідник / М. А. Кохно (ред.), Н. М. Трофименко, Л. І. Пархоменко, В. Г. Собко, В. К. Горб, С. В. Клименко, Г. Т. Гревцов С. І. Галкін та ін.; НАН України, Нац. ботан. сад імені М. М. Гришка. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. Ч. 2. 716 с.
- Дерев'яно Т. В. Екологічна характеристика дендрофлори зелених насаджень мікрорайону «Алмазний» (м. Полтава). *Біологія та екологія*. 2016. Т. 2, № 2. С. 22–27. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/7770>
- Дерев'яно Т. В., Орловський О. В. Моніторинг стану дерев в урбоценозах м. Полтава. *Колесніковські читання* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (19 листоп. 2024 р.). Харків, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. С. 37–39. URL: https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2024/Tezy_2024/Zbirknik_tez_LP_ta_SPM_2024_v_1_19_12_20241_65f70bda_2483_472d_91ff.pdf
- Журавльова І. М., Тур М. Б. Сучасний стан дендрофлори Міського саду імені Т. Г. Шевченка м. Харкова. *Сучасний стан біосфери у науковій спадщині академіка Володимира Вернадського в контексті сучасних техногенних загроз*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Полтава, 19 берез. 2024 р. Полтава, 2024. С. 48–49.
- Корнішина А. В. Паспортизація зелених насаджень Соборного майдану в м. Полтава. *Сучасні досягнення природничих наук : матеріали Всеукр. студ. наук.-практ. конф., м. Полтава, 29-30 квіт. 2020 р.* Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2020. С. 117–120. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/14170>
- Левандовська С. М. Екологічний аналіз та оцінка стійкості дендрофлори Томилівського парку. *Scientific discoveries: projects, strategies and development : Collection of scientific papers «АЛОГОС» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, October 25, 2019. Edinburgh, UK : European Scientific Platform, 2019. Vol. 1. P. 118–120.* URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/files/journals/4/issues/23/public/23-58-PB.pdf#page=119>
- Липа О. Л., Івченко І. С., Решетняк Т. А. Визначник хвойних рослин : навч. посіб. Київ : Вища шк., 1993. 187 с.
- Олійник М. П., Гнезділова В. І. Дендрофлора міста Івано-Франківська. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія: Біологія*. 2009. № 14. С. 18–23.
- Орловський О. В. Індикація екологічних умов за складом дендрофлори у різних зонах Прирічкового парку м. Полтава. *Біологія та екологія*. 2024. Т. 10, № 1. С. 25–33. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/24656>
- Панасенко Т. В. Систематична структура дендрофлора парків Полтавщини. *Запорозький медичний журнал*. 2008. № 2(2). С. 154–155. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmzh_2008_2\(2\)_73](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmzh_2008_2(2)_73)
- Потоцька С. О. Порівняльний аналіз дендрофлори зелених насаджень міста Чернігова. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*. 2012. Вип. 33. С. 64–70. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvu_2012_33_12
- Смоляр Н. О. Зелені насадження Полтави в контексті стратегії розвитку міста. *Архітектура: естетика+екологія+економіка*: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. / Полтав. нац. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка. Полтава, 2019. С. 122–123.
- Спрягайло О. В. Дендрологічні об'єкти природно-заповідного фонду Середнього Подніпров'я. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. Вип. 58. С. 117–124. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/issue/view/324>
- Шамрай М. В., Дідур О. О. Біотична гомогенізація дендрофлори в умовах мегаполісу (м. Дніпро, Україна). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2022. № 27. С. 45–53. URL: https://journals.ukr.ua/visnukhkhnu_ecology/issue/view/16923
- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 с. URL: <https://botany.kiev.ua/doc/mosyakin11.pdf>
- Berger W. H., Parker F. L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*. 1970. Vol. 168. P. 1345–1347. URL: <https://doi.org/10.1126/science.168.3937.1345>

THE DENDROFLORA ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE PARK “AT BRAILKY” (POLTAVA TOWN)

Shkura T.¹, Dyachenko-Bohun M.¹, Rokotyanska V.¹, Krasovsky V.², Melnykov I.¹¹Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University,²Khorolskyi Botanical Garden

Abstract. In populated areas, green spaces, particularly trees, are extremely important for creating a comfortable, safe and healthy living environment. Successful urban greening directly depends on the proper selection of plant species. Not all species are suitable for urban environments, where soils are often polluted and the air is saturated with harmful emissions from industrial enterprises,

cars and dust. Therefore, species that are resistant to stress factors such as drought, gas pollution and frost should be chosen for landscaping. The article analyses the results of the dendroflora study of the park “At Brailky” in the town of Poltava. The species composition includes 18 species with a total of 208 individual plants. The majority of the dendroflora belongs to the division Magnoliophyta, comprising 90% of the total. Trees dominate in terms of life forms – 16 species, while shrubs are represented by only two species. The ecological requirements of woody species were analyzed in relation to environmental factors such as light, temperature, moisture availability, and soil fertility. Based on light preference, the cultivated species were divided into two groups: shade-tolerant (56%) and light-demanding (44%). Regarding moisture, the majority of species are mesophytes (83%), followed by mesoxerophytes (11%) and xeromesophytes (6%). In terms of soil fertility, over half of the species (56%) were classified as mesotrophs. Most of the species (89%) are frost-resistant. The species diversity was assessed using the Margalef index, which was calculated as 3,18, indicating a moderately high level of species richness in the park’s dendroflora. The study highlights the significant ecological and valeological role of dendroflora in forming favorable conditions for life in residential and public areas, providing recreation opportunities, purifying the air, and reducing noise and vibration pollution.

Keywords: dendroflora, urbanized areas, anthropogenic factors, ecological characteristics.

REFERENCES

- Bairak, O. M., Samorodov, V. M., & Panasenko, T. V. (2007). *Parky Poltavshchyny: istoriia stvorennia, suchasnyi stan dendroflory, shliakhy zberezhenia i rozvytku* [Parks of Poltava region: history of creation, current state of dendroflora, ways of preservation and development]. Poltava: Versta [in Ukrainian].
- Berger, W. H., & Parker, F. L. (1970). Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168, 1345-1347. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.168.3937.1345>
- Bylym, L. R., Semerenko, N. M., & Smoliar, N. O. (2019). Pryrychkovyi park u Poltavi yak vazhlyva u rekreatsiinomu vidnoshenni zelena zona mista. In *Haluzevi problemy ekolohichnoi bezpeky* [Sectoral problems of environmental safety]: materialy V mizhnar. nauk.-prakt. konf. (pp. 36-39). Kharkiv. Retrieved from <https://dspace.khadi.kharkov.ua/items/ca810843-7cdd-4302-9170-c1ab1bd52778> [in Ukrainian].
- Derevianko, T. V. (2016). Ekolohichna kharakterystyka dendroflory zelenykh nasadzhen mikroraiou “Almaznyi” (m. Poltava) [Ecological characteristics of the dendroflora of green spaces in the Almaznyi microdistrict (Poltava)]. *Biologiia ta ekologiia* [Biology & ecology], 2 (2), 22-27. Retrieved from <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/7770> [in Ukrainian].
- Derevianko, T. V., & Orlovskiy, O. V. (2024). Monitorynh stanu derev v urbotsenozakh m. Poltava [Monitoring of the state of trees in the urban forests of Poltava]. In *Kolesnikovski chytannia* [Kolesnikov’s readings]: materialy Bseukr. nauk.-prakt. konf. (pp. 37-39). Xarkiv: XNUMH im. O. M. Beketova. Retrieved from https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2024/Tezy_2024/Zbirnik_tez_LP_ta_SPM_2024_v_1_19_12_20241_65f70bda_2483_472d_91ff.pdf [in Ukrainian].
- Holubkova, I. M. (2016). Otsinka morozostiikosti ta zymostiikosti vydiv rodu Persica Mill. u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Evaluation of frost resistance and winter hardiness of species of the genus Persica Mill. in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Introduktsiia Roslyn* [Introduction of plants], 2(70), 82-90. Retrieved from https://nbg.kyiv.ua/files/site/page_file/tfile2cbfc00a77d4ceb0121be10582066c5a.pdf [in Ukrainian].
- Hrytsai, N. B. (2018). Taksonomichna struktura dendroflory parku Molodi m. Rivnoho [Taxonomic structure of the dendroflora of the Park of Youth in Rivne]. *Biologiia ta ekologiia* [Biology & ecology], 4(1), 27-33. Retrieved from <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/10281> [in Ukrainian].
- Kokhno M. A. (Ed.), Trofymenko, N. M., Parkhomenko, L. I., Sobko, V. H., Horb, V. K., Klymenko, S. V., & Hrevtsov, H. T. (Comps.) (2005). *Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Pokrytonasinni* [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Covered seeds] (Vol. 2). Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
- Kokhno, M. A. (Ed.), Parkhomenko, L. I., & Zarubenko, A. U. (Comps.). (2002). *Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Pokrytonasinni* [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Covered seeds] (Vol. 1). Kyiv: Fitosotsiotsentr. [in Ukrainian].
- Kokhno, M. A., Kuznietsova, S. I. (Eds.), Hordiienko, V. I., & Zakharenko, H. S. (Comps.). (2001). *Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Holonasinni* [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Holosperms]. Kyiv: Vyshcha shk. [in Ukrainian].
- Kornishyna, A. V. (2020). Pasporytzatsiia zelenykh nasadzhen Sobornoho maidanu v m. Poltava [Certification of green spaces of the Cathedral Square in Poltava]. In *Suchasni dosiahnennia pryrodnychkykh nauk* [Modern achievements of natural sciences]: materialy Vseukr. stud. nauk.-prakt. konf. (pp. 117-120). Poltava: PNPU imeni V. H. Korolenka. Retrieved from <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/14170> [in Ukrainian].
- Levandovska, S. M. (2019). Ekolohichniy analiz ta otsinka stiikosti dendroflory Tomylivskoho parku [Ecological analysis and assessment of the sustainability of the dendroflora of Tomylivskyi Park]. *Scientific discoveries: projects, strategies and development: Collection of scientific papers «AOHOΣ» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 1. pp. 118-120). Edinburgh, UK: European Scientific Platform. Retrieved from <https://ojs.ukrlogos.in.ua/files/journals/4/issues/23/public/23-58-PB.pdf#page=119> [in Ukrainian].
- Lypa, O. L., Ivchenko, I. S., & Reshetniak, T. A. (1993). *Vyznachnyk khvoynykh roslin* [Identifier of conifers]. Kyiv: Vyshcha shk. [in Ukrainian].
- Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist. Kiev. Retrieved from <https://botany.kiev.ua/doc/mosykin11.pdf>

- Oliinyk, M. P., & Hniezdilova, V. I. (2009). Dendroflora mista Ivano-Frankivska [Dendroflora of Ivano-Frankivsk city]. *Visnyk Prykarpatskoho natsionalnoho universytetu imeni Vasylia Stefanyka. Seriya: Biologhiia* [Bulletin of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. Series: Biology], 14, 18-23 [in Ukrainian].
- Orlovskiy, O. V. (2024). Indykatsiia ekolohichnykh umov za skladom dendroflory u riznykh zonakh Pryrichkovoho parku m. Poltava [Indication of ecological conditions by the composition of dendroflora in different zones of the Pririchkovyi Park in Poltava]. *Biologhiia ta ekolohiia* [Biology & ecology], 10(1), 25-33. Retrieved from <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/24656> [in Ukrainian].
- Panasenko, T. V. (2008). Systematychna struktura dendroflora parkiv Poltavshchyny [Systematic structure of dendroflora of parks of Poltava region]. *Zaporozhskiy medytsynskiy zhurnal* [Zaporizhzhia medical journal], 2(2), 154-155. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmzh_2008_2\(2\)_73](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zmzh_2008_2(2)_73) [in Ukrainian].
- Pototska, S. O. (2012). Porivnialnyi analiz dendroflory zelenykh nasadzhenn mista Chernihova [Comparative analysis of dendroflora of green spaces in Chernihiv]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya: Biologhiia* [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Biology], 33, 64-70. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuu_2012_33_12 [in Ukrainian].
- Shamrai, M. V., & Didur, O. O. (2022). Biotychna homogenizatsiia dendroflory v umovakh mehapolisu (m. Dnipro, Ukraina) [Biotic homogenization of dendroflora in the conditions of a metropolis (Dnipro, Ukraine)]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya "Ekolohiia"* [Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Ecology"], 27, 45-53. Retrieved from https://journals.urau.ua/visnuukhnu_ecology/issue/view/16923 [in Ukrainian].
- Smoliar, N. O. (2019). Zeleni nasadzhennia Poltavy v konteksti stratehii rozvytku mista [Green spaces of Poltava in the context of the city development strategy]. In *Arkhytektura: estetyka+ekolohiia+ekonomika* [Architecture: Aesthetics + Ecology + Economics]: materialy IV mizhnar. nauk.-prakt. konf. (pp. 122-123). Poltava: Poltav. nats. tekhn. un-t imeni Yurii Kondratiuka [in Ukrainian].
- Spriahailo, O. V. (2012). Dendrolohiichni ob'ekty pryrodno-zapovidnogo fondu Serednoho Podniprova [Dendrological objects of the nature reserve fund of the Middle Dnipro region]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biologichna* [Lviv University Bulletin. Biological series], 58, 117-124. Retrieved from <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/issue/view/324> [in Ukrainian].
- Vlasenko, N. O. (2024). Vykorystannia indeksiv zhyttievoho stanu dlia monitorynhu miskykh nasadzhenn [The use of vital status indices for monitoring urban plantations]. *Biologhiia ta ekolohiia* [Biology & ecology], 10(2), 26-33. DOI: <https://doi.org/10.33989/2024.10.2.323712> [in Ukrainian].
- Zhuravlova, I. M., & Tur, M. B. (2024). Suchasnyi stan dendroflory Miskoho sadu imeni T. H. Shevchenka m. Kharkova [The current state of the dendroflora of the Taras Shevchenko City Garden in Kharkiv]. In *Suchasnyi stan biosfery u naukovii spadshchyni akademika Volodymyra Vernadskoho v konteksti suchasnykh tekhnohennykh zahroz* [The current state of the biosphere in the scientific heritage of Academician Volodymyr Vernadsky in the context of modern technogenic threats]: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (pp. 48-49). Poltava [in Ukrainian].

УДК 591.55:598.2]:630*15(477.53)

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336852>

A. Atemasov

V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Square, 4, 61022, Kharkiv
National Park «Slobozhanskyi», Zarichna Street, 15a, Krasnokutsk urban village, 62002,
Kharkiv region

a.atemasov@karazin.ua

ORCID: 0000-0003-0584-2875

T. Atemasova

V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Square, 4, 61022, Kharkiv

t.atemasova@karazin.ua

ORCID: 0000-0002-7527-5143

WINTER BIRD COMMUNITIES IN OAK AND PINE FORESTS IN THE SOUTH OF THE FOREST-STEPPE ZONE

*This paper presents the results of a study of wintering bird communities in oak and pine forests in the Kharkiv region (North-eastern Ukraine). Research was conducted on the National Park «Slobozhanskyi», located within the Krasnokutsk United Territorial Community of the Bogodukhiv District in 2023-2025 and the National Park «Homilshanski lisy» located within the Zmiiv United Territorial Community of the Chuhuiv District in 2024. The transect-count technique was used for bird sampling. We registered 27 wintering bird species. 12 species of birds were classified as dominant: *Aegithalos caudatus*, *Parus major*, *Poecile palustris*, *Sitta europaea*, *Regulus regulus*, *Certhia familiaris*, *Cyanistes caeruleus*, *Poecile montanus*, *Dendrocopos major*, *Bombycilla garrulus*, *Corvus corax*, *Lophophanes cristatus*. Total diversity varied from 58,1 inds/sq.km to 350,4 inds/sq.km in pine forests and from 100,1 inds/sq.km to 410,9 inds/sq.km in oak forests. No significant differences between habitats, national parks and years in number of species, total community densities and structure of communities.*

Key words: wintering bird's community, transect counts, pine forests, oak forests, national park, forest-steppe zone.

Introduction. The Kharkiv region is located in the north-east of Ukraine, within the watershed separating the Don and Dnieper basins. The northwestern part of the region belongs to the forest-steppe zone (about 25% of the territory), the rest – to the steppe (M. Demchenko, & O. Demchenko, 1971). Zonal types of vegetation are upland broad-leaved mixed forests (upland oak grove), meadow steppes and forb-fescue-feather-grass steppes. In addition to zonal types of vegetation, pine and oak-pine forests, floodplain forests, swamp vegetation, floodplain forests, vegetation of open sands and chalk outcrops are widespread (Alekseenko, 1971).

The avifauna of the Kharkiv region is considered well studied. Since the 19th century, several generations of ornithologists have collected rich material: long-term changes in the bird fauna were traced, including the formation of the avifauna in forests, as well as the dependence of the fauna composition on various factors. However, quantitative studies of the bird population in forests began relatively recently, in the 80s of the 20th century (Vergeles, 1993). Since then, data have been obtained on the bird population of various forest types: upland, floodplain and ravine oak groves (Vergeles, 1993; Atemasova, Atemasov, Devyatko, & Chernikov, 2005; Atemasov, Atemasova, Devyatko, & Goncharov, 2010; 2016; Atemasov, Atemasova, Devyatko, Lysenko, & Goncharov, 2011), pine forests (Lisetskiy, & Fedorov, 1979; Vergeles, 1993; Stegnyy, & Palval, 2007; Atemasov,

& Atemasova, 2024). Most of these studies were conducted during the nesting period; the number of works devoted to the study of wintering forest birds is very small (Vergeles, 1993; Atemasov, Atemasova, Goncharov, & Devyatko, 2008). Meanwhile, the winter season is of great importance as a regulator of bird population numbers and community composition (Fretwell, 1972; Williams, Henry, & Sinclair, 2015; and others). Wintering birds have been considered sentinels of climate change due to their well-studied metabolic capacities and ability to survive and adapt to winters (Prince, & Zuckerberg, 2015).

This paper aims to examine the patterns of wintering bird species diversity in oak and pine forests in the two national parks in Kharkiv region.

Materials and methods. The study was conducted in two national parks located in the Kharkiv region:

National Park «Homilshanski lisy» (N49°35', E36°20'). The park is located in the Chuhuiv district of the Kharkiv region (Ukraine). The area is 14138,8 hectares. The park was created with the aim of preserving, reproducing and rationally using typical and unique forest-steppe natural complexes of the Siverskyi Donets River valley. Broadleaf forests (maple-ash-linden oak groves) grow on the high right bank of the Siverskyi Donets River. Pine forests and subors predominate on the third sandy terrace of the left bank of the river. Floodplain forests (birch bark-maple oak grove) are most typical for the floodplain, as well as poplar, willow and alder groves.

National Park «Slobozhanskyi» (N50°04', E35°14'). The park is located in the Bogodukhiv district of the Kharkiv region. The park area is 5244 hectares. The park is located on the left and right banks of the Merla River and at the confluence of the Merla and Merchik rivers. Forest natural complexes prevail in the park. Oak forests are widespread on the right bank of the Merla River, and natural and artificially planted pine forests on the left bank. Alder and birch swamp forests grow in the depressions of the relief.

The wintering birds were censused using a transect method. Six transects were used, three in each park. The length of each transect was 5 km. In Slobozhanskyi park, surveys were conducted in the pine forest (transects «Pine 1» and «Pine 2») and oak grove («Oak») from 2023 to 2025, in «Homilshanski lisy» – in the oak grove of the protected area («Oak_zap»), in the oak grove of the recreational area («Oak_recr»), and in the pine forest in the economic area («Pine») in 2024. To obtain data on species composition and density, the Hayne–Ravkin transect method was used (Ravkin, 1967, 1986; Vergeles, 1994). When using separate recalculation, all individuals are grouped according to the following intervals, depending on the detection distance: 1) from 0 to 12,5 m to the counter, 2) from 12,5 to 25 m, 3) from 25 to 50 m, 4) from 50 to 100 m, 5) from 100 to 250 m, 6) over 250 m. The population density is calculated for each species separately by distance intervals. The following formula is used for the calculation:

$$D_i = \frac{40n_{i1} + 20n_{i2} + 10n_{i3} + 5n_{i4} + 2n_{i5} + 0,5n_{i6}}{L}$$

where D_i is the population density of the i -th species, individuals/km²,

n_{ij} is the number of individuals of the i -th species encountered in the j -th interval ($j=1,2,3, \dots, 6$),

L is the length of the transect, km.

Dominant species were defined as comprising 10 % and more of all individuals of all species recorded (Kuzjakin, 1962).

Shannon's diversity index, Simpson diversity index, and Buzas and Gibson's evenness were used to characterize the diversity and evenness. PAST 5.0.2 software was used to calculate the indices (Hammer et al., 2001). Non-parametric tests (PERMANOVA) were used to test differences between years and habitats. Statistical processing was carried out using R 4.4.2. The vegan package (Oksanen et al., 2025) for R was used for analysis.

Results and discussion. Transect censuses of wintering birds were conducted in the territory of two national parks located in the Kharkiv region (north-east of Ukraine). In National Park «Slobozhanskyi», counts were conducted along three 5 km transects in 2023–2025. The first

transect was in a pine forest on the territory of the Volodymyrivskiy department. The terrain along the transect is highly mosaic; along with pine areas of different ages, there are birch groves and overgrown forest lakes. The second route is also located in the Volodymyrivskiy department. The transect includes pine areas of different ages and, in small numbers, oak groves. The third transect was in an oak grove on the territory of the Parkhomivska department. In the National Park «Homilshanski lisy», counts were also conducted along three 5 km routes in 2024. The first transect passed through an oak grove in the recreational zone of the park, the second – through an oak grove in the protected zone (both – Koropovsk department), the third – through a pine forest in the economic zone of the park (Zadonetske forestry).

A total of 27 bird species were recorded. Systematics and nomenclature of bird species follow IOC World Bird List (Gill et al., 2024). The number of species detected in each census varied from 5 to 16. Twelve species were classified as dominant: *Aegithalos caudatus* (registered in 10 out of 12 counts), *Parus major* (8), *Poecile palustris* (5), *Sitta europaea* (4). Also on the list of dominants – *Regulus regulus*, *Certhia familiaris*, *Cyanistes caeruleus*, *Poecile montanus*, *Dendrocopos major*, *Bombycilla garrulus*, *Corvus corax*, *Lophophanes cristatus*. The number of dominant species in each count varying between 2 and 5.

21 species were recorded in pine forests. Seven species were classified as dominant: *Corvus corax*, *Poecile palustris*, *Poecile montanus*, *Parus major*, *Aegithalos caudatus*, *Regulus regulus*, *Lophophanes cristatus*. 20 species were recorded in oak groves. Seven species were classified as dominant: *Dendrocopos major*, *Bombycilla garrulus*, *Poecile montanus*, *Cyanistes caeruleus*, *Parus major*, *Aegithalos caudatus*, *Sitta europaea*, *Certhia familiaris*.

Total diversity varied from 58,1 inds/sq.km to 350,4 inds/sq.km in pine forests and from 100,1 inds/sq.km to 410,9 inds/sq.km in oak forests (Tables 1, 3). No significant differences between habitats, national parks and years in number of species, total community densities and structure of communities (PERMANOVA, $p > 0,05$). Shannon's diversity index varied from 1,488 to 2,051 in pine forests and 1,713 to 2,247 in oak forests. Simpson's diversity index varied from 0,717 to 0,842 in pine forests and from 0,811 to 0,863 in oak forests. Evenness varied from 0,384 to 0,886 in pine forests to 0,487 to 0,653 in oak forests (Tables 2,4).

The bird density in Slobozhanskyi park is higher than in National Park «Homilshanski lisy». Also, the density in oak groves is higher than in pine forests, although in some years (2024) the opposite is observed. The data obtained generally correspond to the data obtained earlier in the Kharkiv region or in other regions of Ukraine. Thus, the bird population density in the forests of the Kharkiv region in the late 80s – early 90s was: in pine forests – from 181 to 262 inds/sq.km, in oak groves – 234 inds/sq.km (Vergeles, 1993), in the forests in the west of Ukraine: in pine forests from 177 to 441 inds/sq.km, in oak groves from 254 to 414 inds/sq.km (Huziy, 2006).

Table 1

Density of bird species in winter in 2024

Species	Slobozhanskyi			Homilshanski lisy		
	Pine 1	Pine 2	Oak	Oak_recr	Oak_zap	Pine
<i>Accipiter nisus</i>	8,0					
<i>Buteo lagopus</i>			0,4	0,4		
<i>Dryobates minor</i>	8,0	2,0			1,0	
<i>Dendrocopos major</i>		1,0	1,0	6,0	20,4	
<i>Dryocopus martius</i>	0,4	0,5	4,0	1,2	0,2	
<i>Corvus cornix</i>				2,0		
<i>Corvus corax</i>	1,3	1,5	0,5	8,1	0,1	16,1
<i>Bombycilla garrulus</i>		2,0	5,0	20,0		
<i>Poecile palustris</i>	20,0	16,0	28,0		28,0	8,0
<i>Poecile montanus</i>	16,0					
<i>Cyanistes caeruleus</i>	16,0		2,0	12,0		
<i>Parus major</i>	57,0	28,0	11,0	4,4	9,0	8,0
<i>Aegithalos caudatus</i>	124,0	80,0			40,0	22,0
<i>Regulus regulus</i>	48,0	16,0				
<i>Sitta europaea</i>	4,0	8,0	25,8	27,0	20,0	

<i>Certhia familiaris</i>	2,0	2,0	20,0	16,0	16,0	4,0
<i>Turdus viscivorus</i>		6,0	1,0	5,0		
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>				2,0		
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	4,4	2,0	1,4	0,5		
<i>Carduelis carduelis</i>				1,0		
TOTAL	309,1	165,0	100,1	105,6	134,7	58,1

Table 2

Characterization of winter bird communities in 2024

Parameters	Slobozhanskyi			Homil'sha forests		
	Pine 1	Pine 2	Oak	Oak_rec	Oak_zap	Pine
Taxa_S	13	13	12	14	9	5
Simpson_1-D	0,772	0,717	0,807	0,857	0,811	0,750
Shannon_H	1,841	1,713	1,882	2,187	1,771	1,488
Evenness_e^H/S	0,485	0,427	0,547	0,636	0,653	0,886

Table 3

Density of bird species in winter in Slobozhanskyi park in 2023–2025

Species	Pine 1				Pine 2				Oak			
	2023	2024	2025	average	2023	2024	2025	Average	2023	2024	2025	average
<i>Accipiter nisus</i>		8,0		2,67 ± 2,67								
<i>Buteo lagopus</i>			0,4	0,13 ± 0,13			2	0,67 ± 0,67		0,4	5,0	1,80 ± 1,60
<i>Dryobates minor</i>		8,0	8,0	5,33 ± 2,67		2,0		0,67 ± 0,67	0,4			0,13 ± 0,13
<i>Dendrocopos major</i>	8,0		8,0	5,33 ± 2,67	26,0	1,0	8	11,67 ± 7,45	17,0	1,0	19,3	12,42 ± 5,75
<i>Dryocopus martius</i>	2,0	0,4	0,1	0,83 ± 0,59		0,5	0,4	0,30 ± 0,15	4,0	4,0	2,6	3,54 ± 0,46
<i>Picus canus</i>									1,8		1,0	0,93 ± 0,52
<i>Garrulus glandarius</i>	8,0	0,0	2,0	3,33 ± 2,40	5,4		4	3,13 ± 1,62			1,3	0,42 ± 0,42
<i>Corvus corax</i>	0,4	1,3	2,5	1,40 ± 0,61	0,4	1,5	1	0,97 ± 0,32	0,1	0,5	0,4	0,33 ± 0,12
<i>Bombycilla garrulus</i>						2,0		0,67 ± 0,67	0,1	5,0		1,70 ± 1,65
<i>Periparus ater</i>			2,0	0,67 ± 0,67	8,0			2,67 ± 2,67				
<i>Lophophanes cristatus</i>	80,0			26,67 ± 26,67								
<i>Poecile palustris</i>	8,0	20,0	48,0	25,33 ± 11,85	10,0	16,0	64	30,00 ± 17,09	28,0	28,0	36,3	30,75 ± 2,75
<i>Poecile montanus</i>	44,0	16,0		20,00 ± 12,86	44,0			14,67 ± 14,67	4,0			1,33 ± 1,33
<i>Cyanistes caeruleus</i>	24,0	16,0	6,0	15,33 ± 5,21	22,0		44	22,00 ± 12,70	32,0	2,0	25,0	19,67 ± 9,06
<i>Parus major</i>	34,0	57,0	19,4	36,80 ± 10,94	108,0	28,0	11	49,00 ± 29,91	94,0	11,0	85,0	63,33 ± 26,30
<i>Aegithalos caudatus</i>	84,0	124,0	80,0	96,00 ± 14,05	80,0	80,0	110	90,00 ± 10,00	84,0		100,0	61,33 ± 31,01
<i>Regulus regulus</i>	48,0	48,0		32,00 ± 16,00	20,0	16,0	40	25,33 ± 7,42				
<i>Troglodytes troglodytes</i>											12,5	4,17 ± 4,17
<i>Sitta europaea</i>	2,0	4,0	2,0	2,67 ± 0,67	6,0	8,0	16,4	10,13 ± 3,19	61,9	25,8	35,1	40,94 ± 10,82
<i>Certhia familiaris</i>	8,0	2,0	7,0	5,67 ± 1,86	4,0	2,0	4	3,33 ± 0,67	30,0	20,0	40,0	30,00 ± 5,77
<i>Turdus viscivorus</i>			1,0	0,33 ± 0,33		6,0	4	3,33 ± 1,76		1,0	6,3	2,42 ± 1,94
<i>Turdus pilaris</i>					8,0			2,67 ± 2,67				
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>		4,4		1,47 ± 1,47	2,0	2,0		1,33 ± 0,67	0,1	1,4	16,3	5,92 ± 5,18
<i>Carduelis carduelis</i>			0,4	0,13 ± 0,13							25,0	8,33 ± 8,33
<i>Spinus spinus</i>									8,0			2,67 ± 2,67
TOTAL	350,4	309,1	186,8	282,10 ± 49,12	343,8	165,0	308,8	272,50 ± 54,71	365,4	100,1	410,9	292,10 ± 96,91

Table 4

Characterization of winter bird communities in Slobzhanskyi national park in 2023–2025

Habitat	Year	Taxa_S	Simpson_1-D	Shannon_H	Evenness_e^H/S
Pine 1	2023	13	0,842	2,051	0,598
	2024	13	0,772	1,841	0,485
	2025	15	0,737	1,750	0,384
Pine 2	2023	14	0,817	2,025	0,541
	2024	13	0,717	1,713	0,427
	2025	13	0,790	1,854	0,491
Oak	2023	15	0,813	1,988	0,487
	2024	12	0,807	1,882	0,547
	2025	16	0,863	2,247	0,591

Conclusions. In this study, we analyzed the results of quantitative censuses of wintering birds in pine and oak forests conducted in two national parks. A total of 27 bird species were recorded, with densities ranging from 58,1 individuals per square kilometer to 410,9 individuals per square kilometer. No significant differences between habitats, national parks and years in number of species, total community densities and structure of communities.

REFERENCES

- Alekseenko, M. I. (1971). Vegetation of Kharkiv region. In *Materials of the Kharkiv Department of the Geographical Society of Ukraine* (Vol. 8, pp. 80-94). Kharkiv.
- Atemasov, A. A. (2005). Population structure of birds of floodplain forests of the middle reaches of the Siverskyi Donets River. In *Birds of the Siversky Donets basin* (Vol. 9, pp. 10-12). Donetsk.
- Atemasov, A. A., Atemasova, T. A., Devyatko, T. N., & Goncharov, G. L. (2016). Structure of the community of nesting birds of byrachnaya oak forests of the Oskol River valley. *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 24 (2), 421-429.
- Atemasov, A. A., Atemasova, T. A., Devyatko, T. N., Goncharov, G. L., & Lysenko, N. G. (2010). Population structure of nesting birds of upland oak forests at the southern borders of the forest-steppe. In *Birds of the Siverskyi Donets basin* (Vol. 11, pp. 47-54). Donetsk.
- Atemasov, A. A., Atemasova, T. A., Devyatko, T. N., Lysenko, N. G., & Goncharov, G. L. (2011). Structure of nesting bird communities in upland oak forests in the south of the Central Russian Upland. In M. V. Banik, A. A. Atemasov, & O. A. Brezgunova (Eds.) *Ecology of birds: species, communities, interrelationships: proceedings of the scientific conference dedicated to the 150th anniversary of the birth of Nikolai Nikolaevich Somov (1861-1923)* (Book 1, pp. 345-358). Kharkiv.
- Atemasov, A. A., Atemasova, T. A., Goncharov, G. L., & Devyatko, T. N. (2008). Role of the pubescence effect in the formation of bird populations in oak forests. In *Problems of studying edge structures of biocenoses* (pp. 128-131). Saratov: Izd. of Saratov University.
- Atemasov, A., & Atemasova, T. (2024). Breeding bird communities of the pine forests in the forest-steppe zone. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 42, 4-21. Retrieved from <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2024-42-1>
- Atemasova, T. A., Atemasov, A. A., Devyatko, T. N., & Chernikov, V. F. (2005). Ornithofauna of byrachnyh oak forests in the middle reaches of the Siverskyi Donets. In *Birds of the Siversky Donets basin* (Vol. 9, pp. 13-18). Donetsk.
- Demchenko, M. A., & Demchenko, O. M. (1971). Physico-geographical zoning of the Kharkiv region. In *Materials of the Kharkiv Department of the Geographical Society of Ukraine* (Vol. 8, pp. 112-127). Kharkiv.
- Fretwell, S. D. (1972). *Populations in a seasonal environment*. Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press.
- Gill, F., Donsker, D., & Rasmussen, P. (Eds.). (2024). *IOC World Bird List (v14.1)*. doi: 10.14344/IOC.ML.14.1. Retrieved from <https://webofdeceit.org/2024/01/13/ioc-bird-list-v14-1-released/>
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/259640226_PAST_Paleontological_Statistics_Software_Package_for_Education_and_Data_Analysis
- Huziy, A. I. (2006). *Spatial and typological organization of the bird population of forest stands in the western region of Ukraine*. Zhytomyr: Volyn Publishing House.
- Kuzyakin, A. P. (1962). Zoogeography of the USSR. *Scientific notes of N. K. Krupskaya MOPI. Ser.: Biogeography*, 109 (1), 3-182.
- Lisetsky, A. S., & Fedorov, A. V. (1979). Ornithofauna of the middle reaches of the Siversky Donets River and ways of its reconstruction and protection. In *Problems of nature protection and recreational geography of the Ukrainian SSR: abstract of a republican scientific conference* (Vol. 5, pp. 67-69). Kharkiv.
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. ... Borman, T. (2025). *Package vegan: Community Ecology Package*. Version 2.6-10. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Prince, K., & Zuckerberg, B. (2015). Climate change in our backyards: the reshuffling of North America's winter bird communities. *Global Change Biology*, 21, 572-585. doi.org/10.1111/gcb.12740
- Ravkin, Yu. S. (1986). Peculiarities of cadastral registration of birds. In *All-Union meeting on the problem of cadastre and accounting of the animal world: abstract of report*. (Vol. 2, pp 186-188). Moscow.
- Ravkin, Yu. C. (1967). To the methodology of bird counting in forest landscapes. In *Nature of tick-borne encephalitis foci in Altai (North-Eastern part)* (pp. 66-75). Novosibirsk: Nauka.

- Stegniy, B. T., & Palval, A. V. (2007). Population structure of birds of pine forests of Kharkov region. In *Birds of the Siverskyi Donets basin*. (Vol. 10, pp. 8-19). Donetsk.
- Vergeles, Y. I. (1993). General features of the bird population of forest biogeocenoses of Kharkiv region. *Berkut*, 2, 14-15.
- Vergeles, Y. I. (1994). Quantitative surveys of bird populations: a review of modern methods. *Berkut*, 3 (1), 43-48.
- Williams, C. M., Henry, H. A. L., & Sinclair, B. J. (2015). Cold truths: how winter drives responses of terrestrial organisms to climate change. *Biological Reviews*, 90, 214-235. doi.org/10.1111/brv.12105

УГРУПОВАННЯ ЗИМУЮЧИХ ПТАХІВ СОСНОВИХ ТА ДУБОВИХ ЛІСІВ ПІВДНЯ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ

А. А. Атемасов, Т. А. Атемасова

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Національний природний парк «Слобожанський»

У статті наведено результати дослідження угруповань зимуючих птахів у дубових та соснових лісах Харківської області. Дослідження проводили на території НПП «Слобожанський», розташованого в межах Краснокутської об'єднаної територіальної громади Богодухівського району у 2023–2025 рр. та НПП «Гомільшанські ліси», розташованого на території Зміївської ОТГ Чугуївського району у 2024 р. Для кількісних обліків птахів використовували трансектний метод. Нами зареєстровано 27 зимуючих видів птахів. До переліку домінантів включено 12 видів птахів: *Aegithalos caudatus*, *Parus major*, *Poecile palustris*, *Sitta europaea*, *Regulus regulus*, *Certhia familiaris*, *Cyanistes caeruleus*, *Poecile montanus*, *Dendrocopos major*, *Bombus garrulus*, *Corvus corax*, *Lophophanes cristatus*. Загальна щільність змінювалася від 58,1 екз./кв.км до 350,4 екз./кв.км у соснових лісах і від 100,1 екз./кв.км до 410,9 екз./кв.км у дубових лісах. Немає достовірних відмінностей між типами лісу, національними парками та роками щодо кількості видів, загальної щільності та структури угруповань.

Ключові слова: угруповання зимуючих птахів, маршрутні обліки, соснові ліси, діброви, національний парк, лісостепова зона.

УДК 616.12-008.318:612.172

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336858>

Л. С. Вовканич

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського
вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна
lsvovkanych@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6642-6368

М. Р. Федьків

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
maria.fedkiv@lnu.edu.ua
ORCID: 0000-0001-9180-3164

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ У СПОРТІ, МЕДИЦИНІ ТА БІОЛОГІЇ

Упродовж останніх років спостерігається стрімке зростання інтересу до застосування неінвазивних методів оцінки функціонального стану організму в медицині, спорті та професійній діяльності. Одним із провідних інструментів такого моніторингу є аналіз варіабельності серцевого ритму (BCP), що відображає ефективність та напруженість регуляторних систем, рівень фізіологічної адаптації та реакцію організму на навантаження. У статті представлено огляд сучасних уявлень про методологію аналізу BCP, зокрема часові, геометричні, спектральні та нелінійні методи. Описано переваги й обмеження кожного з підходів, окреслено вимоги до якості реєстрації сигналу, важливість стандартизації умов дослідження та врахування зовнішніх чинників, які можуть впливати на достовірність результатів. Значну увагу приділено можливостям практичного застосування BCP у спорті для моніторингу адаптації до фізичного навантаження, оцінки стану відновлення та запобігання перетренованості. Показано, що адаптація до фізичного навантаження супроводжується змінами у часових, спектральних та геометричних параметрах BCP, зокрема підвищенням SDNN, RMSSD, HF потужності та SD1. Наголошено, що BCP є мультидисциплінарним інструментом, ефективним у кардіології, психофізіології, спортивній науці та медицині праці. У статті узагальнено сучасні дані щодо практичної цінності показників BCP для моніторингу функціонального стану людини в динаміці.

Ключові слова: *варіабельність серцевого ритму, фізичне навантаження, моніторинг, адаптація, регуляторні системи.*

Упродовж останнього десятиліття зростає інтерес до неінвазивного моніторингу функціонального стану організму під час фізичних і психоемоційних навантажень. Один із провідних методів такого контролю — аналіз варіабельності серцевого ритму (BCP, англ. HRV), який відображає напруженість регуляторних систем та процеси адаптації організму людини до навантажень. У медицині аналіз BCP пов'язують із підвищеним ризиком серцево-судинних ускладнень і порушенням активності регуляторних систем в умовах стресу чи захворювань (Shaffer, & Ginsberg, 2017; Kim, Cheon, Bai, Lee, & Koo, 2018). У спортивній фізіології дослідження BCP широко застосовується для контролю навантаження, відновлення й адаптації (Laborde, Mosley, & Thayer, 2017; Park, & Thayer, 2014). Однак сфера використання аналізу BCP не обмежується лише спортом або кардіологією. Саме тому цей огляд має на меті проаналізувати сучасні знання про методи аналізу, можливості інтерпретації та практичне застосування показників BCP в медицині, спорті та біологічних дослідженнях.

Варіабельність серцевого ритму (BCP) – метод неінвазивної оцінки функціонального стану організму, що базується на реєстрації та аналізі послідовного ряду кардіоінтервалів (RR інтервалів). Тривалість RR інтервалів найчастіше визначають з використанням електрокардіографічних чи фотоплетизмографічних методик (Lisun, & Uhlev, 2020; Sundas et al., 2025). Рекомендують використовувати 5-хвилинні чи 24-годинні записи, при цьому норми та показники HRV для записів неоднакові, порівняння їхніх показників некоректне (Shaffer, & Ginsberg, 2017; Sundas et al., 2025).

На варіабельність ритму впливають вікові та статеві відмінності, генетичні чинники, рівень фізичної активності, вживання алкоголю чи медикаментів, тютюнопаління, час доби, положення тіла під час реєстрації, темп дихання тощо (Damoun, Amekran, Taiek, & Hangouche, 2024; Lundstrom, Foreman, & Biltz, 2022). Стандартизація умов реєстрації BCP (тривалість, положення тіла, вимоги до зовнішніх умов контроль дихання тощо) описана у багатьох рекомендаціях та публікаціях (Damoun, Amekran, Taiek, & Hangouche, 2024; Heart rate variability 1996; Sassi et al., 2015; Shaffer, & Ginsberg, 2017). Для точного аналізу необхідні високочастотні ЕКГ-записи, сучасні портативні пристрої (браслети, смарт-годинники) слід використовувати з обережністю (Sammito et al., 2024; Vovkanych, Boretsky, Sokolovsky, Berhtraum, & Kras, 2020; 2021).

Для аналізу BCP застосовують такі групи методів: методи статистичного аналізу (time domain methods, методи часового аналізу), геометричні методи аналізу (geometrical measures, варіаційна пульсометрія), спектральні методи аналізу (frequency domain methods), методи нелінійного аналізу (Aubert, Seps, & Beckers, 2009; Task Force, 1996a, 1996b; Lisun, & Uhlev, 2020; Sundas et al., 2025; Shaffer, & Ginsberg, 2017). Метод часового аналізу полягає в обробці статистичними методами певних масивів послідовних RR інтервалів і визначенні міри їх коливань на основі таких показників, як RMSSD (квадратний корінь суми різниць послідовного ряду RR інтервалів), SDNN (стандартне відхилення NN інтервалів RR) та інших.

У геометричних методах вивчають закономірності розподілу RR інтервалів. На основі кривої розподілу (гістограми) визначають її основні показники: Мо (мода), АМо (амплітуда моди), МхDMn (BP, Dx, ΔX – варіаційний розмах) та ІН (SI – індекс напруження, стрес-індекс) або RR tri index (HRV Ti – триангулярний індекс). Метод кореляційної ритмографії полягає у графічному відображенні послідовних пар кардіоінтервалів у двовимірній координатній площині. Утворений графік Пуанкаре (скатерограма) має форму еліпса. Визначають показник W (SD1, ширина основного еліпса скатерограми), L (SD2, довжина основного еліпса скатерограми), S (площа основного еліпса скатерограмми) тощо. Графік Пуанкаре розглядають як візуальний інструмент у нелінійних методах аналізу BCP (Sundas et al., 2025).

Спектральний аналіз дозволяє кількісно оцінити різні частотні складові коливань BCP та графічно представити співвідношення різних компонентів серцевого ритму (Lisun, & Uhlev, 2020; Sundas et al., 2025; Shaffer, & Ginsberg, 2017; Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Stauss, 2003; Thayer, 2002). При коротких записах виділяють три головні спектральні компоненти: високочастотні (High Frequency – HF), низькочастотні (Low Frequency – LF) та дуже низькочастотні (Very Low Frequency – VLF) коливання. Виділяють також ультранизькочастотні коливання (Ultra Low Frequency – ULF). Зміни HF коливань пов'язують з вагусною активністю, походження інших компонентів спектру BCP є комплексним та дискусійним. Вірогідно, що показник LF характеризує переважно стан вплив симпатичного відділу. Потужність VLF пов'язана з активністю вищих відділів ЦНС та рівнем психоемоційного напруження.

До методів нелінійного аналізу BCP належать графік Пуанкаре, детрендований аналіз флуктуацій (DFA), ентропійний аналіз і рекурентні діаграми (Nayak et al., 2023; Sundas et al., 2025). DFA оцінює флуктуації RR інтервалів у різних масштабах, а ентропійні методи – нерегулярність ритму, зниження якої спостерігається при патологіях. Найчастіше застосовують апроксимовану ентропію (ApEn) та ентропію вибірки (SampEn), які кількісно відображають складність і передбачуваність часових рядів. Аналіз рекурентних діаграм дозволяє виявити повторювані патерни та обчислити показники, як-от детермінізм (DET) і ламінар-

ність (LAM). Ці методи особливо ефективні при наявності шумів та нестационарності сигналу (Sundas et al., 2025).

Для оцінки впливу фізичних навантажень на організм спортсменів використовують показники BCP, отримані різними методами. Під час гострого фізичного стресу варіабельність ритму знижується через активацію симпатичної та пригнічення парасимпатичної регуляції (Storniolo, Correale, Buzzachera, & Peyré-Tartaruga, 2025; Yang, Ma, Liang, Shi, & Wang, 2024). Після навантаження варіабельність зростає завдяки відновленню парасимпатичного тону. Водночас тривала адаптація до фізичних навантажень супроводжується наростанням загальної варіабельності ритму та збільшенням парасимпатичних впливів на ритмічні процеси (Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013; Kovalenko, & Kudii, 2016; Prinsloo, Rauch, & Derman, 2014). Зокрема, за даними багатьох авторів, адаптація до фізичних навантажень супроводжується збільшенням тривалості кардіоінтервалів, підвищенням SDNN, RMSSD (а також Ln RMSSD) та pNN50 (Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013; Dong, 2016; Sandercock, & Brodie, 2006; Sandercock, Gavin, & Bromley, 2005; Borresen & Lambert, 2008; da Silva, de Oliveira, Silveira, Mello, & Deslandes, 2015; Yang, Ma, Liang, Shi, & Wang, 2024; Storniolo, Correale, Buzzachera, & Peyré-Tartaruga, 2025) спортсменів у стані спокою. Зміни показників спектрального та геометричного аналізу проявляються у збільшенні загальної потужності спектру та підвищенні потужності HF коливань (Aubert, Seps, & Beckers, 2003; Bellenger et al., 2016; Sandercock, & Brodie, 2006; Sandercock, Gavin, & Bromley, 2005; Borresen & Lambert, 2008), зниженні потужності LF коливань (da Silva, de Oliveira, Silveira, Mello, & Deslandes, 2015) та збільшенні співвідношення LF/HF (Dong, 2016) а також SD1 (Bellenger et al., 2016). Використання функціональних проб виявило, що для тренуваних спортсменів характерне значне підвищення HRR (швидкості наростання ЧСС) під час навантажень та помірне підвищення RMSSD, HF, SD1 після фізичних навантажень (Bellenger et al., 2016). Зміни BCP дозволяють проаналізувати динаміку адаптації та відновні процеси після різних навантажень, зокрема силових та тренувань на витривалість (Addleman, Lackey, De Blauw, & Hajduczek, 2024), які мають свої особливості впливу на BCP. Було становлено, що високоінтенсивні інтервальні тренування викликають найбільші зміни показників SDNN, RMSSD та LF/HF, силові навантаження найбільшою мірою впливають на потужність HF спектру, а комбіновані тренування на потужність LF коливань (Yang, Ma, Liang, Shi, & Wang, 2024).

Показники BCP можуть використовуватись з метою оцінювання розвитку втоми під впливом фізичних навантажень. У якості критерію втоми окремі автори пропонують використовувати підвищення ЧСС спокою, зміни RMSSD та зміни показників спектрального аналізу – зниження TP та HF та збільшення співвідношення LF/HF (Bosquet, Merkari, Arvisais, & Aubert, 2008; Schmitt et al., 2013; Barrero, 2019; Schmitt et al., 2015). Водночас аналіз показників LF, HF та HR у процесі розвитку втоми спортсменів дозволив припустити наявність кількох «профілів» змін вказаних вище параметрів (Schmitt et al., 2015, 2018), характерних для різних осіб.

Явища перетренованості можуть супроводжуватись збільшенням як симпатичних, так і парасимпатичних впливів на BCP (Le Meur et al., 2013). У спортсменів у стані перетренованості може спостерігатись зменшення показників частотного аналізу (TP, LF та HF) та часових параметрів BCP (RMSSD та SDNN), а також перерозподіл потужності спектру в напрямку LF та VLF хвиль (Dong, 2016; Kajaia, Maskhulia, Chelidze, Akhalkatsi, & Kakhabrshvili, 2017). Зниження показників RMSSD у тренувальному циклі може сигналізувати про перетренованість, тоді як поступове зростання варіативності ритму – про поступове відновлення і покращену адаптацію. Є дані, що корекція програми тренувань на основі показників BCP («BCP-кероване» тренування) може підвищити їхню ефективність (Addleman, Lackey, De Blauw, & Hajduczek, 2024). Водночас в різних видах спорту кореляція показників BCP з рівнем підготовленості спортсменів може бути різною.

Деякі дослідники зазначають відсутність універсальних критеріїв перетренованості за показниками BCP (Aubert, Seps, & Beckers, 2003), тоді як інші виявляють статистично значущі відмінності у спортсменів у стані перенапруження (Manresa-Rocamora, Sarabia, Javaloyes, Flatt, & Moya-Ramón, 2021; Addleman, Lackey, De Blauw, & Hajduczuk, 2024). Вказується також на важливість врахування індивідуальної «оптимальної» структури BCP (Plews, Laursen, Stanley, Kilding, & Buchheit, 2013), оскільки значна варіативність цих показників ускладнює створення універсальних оцінювальних критеріїв. Багато авторів наголошують на доцільності індивідуального підходу до аналізу функціонального стану спортсмена (Korobeinikov, Dudnik, & Radchenko, 2007; Vovkanych, & Kachmar, 2013).

Аналіз BCP допомагає контролювати рівень стресу спортсменів (Wels et al., 2023) чи працівників (Peabody, Ryznar, Ziesmann, & Gillman, 2023) за умов психоемоційного навантаження. Зростання психоемоційного навантаження чи тривалий стрес ведуть до зниження окремих показників BCP (особливо RMSSD, HF) (Kim, Cheon, Bai, D. Lee, & Koo, 2018; Thielmann, Pohl, & Böckelmann, 2021; Immanuel, Teferra, Baumert, & Bidargaddi, 2023). Дослідження рівня стресу медичного персоналу на основі BCP сконцентровані на аналізі SDNN, RMSSD, PNN50, LF% та LF/HF (Peabody, Ryznar, Ziesmann, & Gillman, 2023). Інші автори вважають, що AVNN, RMSSD, SDNN, HF та LF, а також співвідношення LF/HF дозволяють оцінити рівень стресу в здорових осіб зрілого віку (Immanuel, Teferra, Baumert, & Bidargaddi, 2023). Деякі із цих показників BCP змінюються і у випадку психічних розладів (депресії, тривожні розлади, шизофренія тощо) (Wang et al., 2025).

Виявлено (Jarczok et al., 2022; Sammito et al., 2024), що зниження величин SDNN, RMSSD та деяких інших показників BCP достовірно пов'язані з вищим рівнем смертності у загальній популяції. Показники BCP також використовується для оцінювання стану пацієнтів при серцево-судинних та онкологічних захворюваннях, ХОЗЛ чи хронічній нирковій недостатності (Zhang et al., 2023; Sammito et al., 2024). Низька варіабельність серцевого ритму у здорових осіб вказує на вищий ризик виникнення серцево-судинних захворювань, наприклад артеріальної гіпертензії (Sammito et al., 2024). З використанням BCP можна також оцінити позитивний вплив різних фізичних навантажень на осіб з різноманітними патологіями (El-Malahi et al., 2024). За даними BCP найбільші зміни виявлені у пацієнтів з серцевою недостатністю, менші – у пацієнтів із захворюванням периферичних артерій, ішемічною хворобою серця чи після інфаркту міокарда. Найефективнішими вправами були аеробні навантаження та водна аеробіка.

Перспективи досліджень BCP пов'язані з інтеграцією новітніх технологій і методів аналізу. Поширення портативних пристроїв дає змогу здійснювати тривалу реєстрацію BCP для моніторингу стану здоров'я та ранньої діагностики порушень (Sammito et al., 2024; Besson et al., 2025). Застосування штучного інтелекту й машинного навчання відкриває нові можливості інтерпретації, зокрема через створення багатоаспектного профілю BCP для діагностики та прогнозування (Wang et al., 2025). Удосконалення алгоритмів обробки сигналів та стандартизація аналізу підвищують надійність методу (Damoun, Amekran, Taiek, & Hangouche, 2024). У перспективі BCP може стати рутинним показником у мобільних пристроях для комплексної оцінки фізіологічного й психічного стану.

Висновок. Аналіз варіабельності серцевого ритму є актуальним методом оцінювання рівня напруженості функціонування регуляторних систем організму, динаміки адаптаційних змін, а також для оцінювання рівня психоемоційного стресу, функціональної підготовленості спортсменів, неспецифічним критерієм ризику виникнення та наявності низки захворювань. Водночас напрацювання кількісних критеріїв аналізу BCP ускладнюється індивідуальними та типологічними особливостями варіабельності серцевого ритму та залишається перспективним напрямком наукових досліджень.

REFERENCES

- Addleman, J. S., Lackey, N. S., De Blauw, J. A., & Hajduczuk, A. G. (2024). Heart Rate Variability Applications in Strength and Conditioning: A Narrative Review. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 9(2), 93. DOI: 10.3390/jfmk9020093
- Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889-919. DOI: 10.2165/00007256-200333120-00003
- Barrero, A., Schnell, F., Carrault, G., Kervio, G., Matelot, D., Carre, F., & Le Douairon, S. (2019). Daily fatigue-recovery balance monitoring with heart rate variability in well-trained female cyclists on the Tour de France circuit. *PLoS One*, 14(3), e0213472. DOI: 10.1371/journal.pone.0213472
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y., & Buckley, J. D. (2016). Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46, 1461-1486. DOI: 10.1007/s40279-016-0484-2
- Besson, C., Baggish, A. L., Monteventi, P., Schmitt, L., Stucky, F., & Gremeaux V. (2025). Assessing the clinical reliability of short-term heart rate variability: insights from controlled dual-environment and dual-position measurements. *Scientific Reports*, 15(1), 5611. DOI: 10.1038/s41598-025-89892-3
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise: Measurements and implications for monitoring training status. *Sports Medicine*, 38(8), 633-646. DOI: 10.2165/00007256-200838080-00002
- Bosquet, L., Merkari, S., Arvisais, D., & Aubert, A. E. (2008). Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 709-714. DOI: 10.1136/bjsm.2007.042200
- da Silva, V. P., de Oliveira, N. A., Silveira, H., Mello, R. G. T., & Deslandes, A. C. (2015). Heart rate variability indexes as a marker of chronic adaptation in athletes: A systematic review. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 20(2), 108-118. DOI: 10.1111/anec.12237
- Damoun, N., Amekran, Y., Taiek, N., & Hangouche, A. J. E. (2024). Heart rate variability measurement and influencing factors: Towards the standardization of methodology. *Global cardiology science & practice*, 2024(4), e202435. DOI: 10.21542/gcsp.2024.35
- Dias, D., & Cunha, J. P. S. (2018). Wearable health devices-Vital sign monitoring, systems and technologies. *Sensors*, 18(8), 2414. DOI: 10.3390/s18082414
- Dong, J.-G. (2016). The role of heart rate variability in sports physiology. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 11, 1531-1536. DOI: 10.3892/etm.2016.3104
- Dunn, J., Runge, R., & Snyder, M. (2018). Wearables and the medical revolution. *Personalized Medicine*, 15(5), 429-448. DOI: 10.2217/pme-2018-0044
- El-Malahi, O., Mohajeri, D., Mincu, R., Bäuerle, A., Rothenaicher, K., Knuschke, R. ... Lortz, J. (2024). Beneficial impacts of physical activity on heart rate variability: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 19(4), e0299793. DOI: 10.1371/journal.pone.0299793
- Immanuel, S., Teffer, M. N., Baumert, M., & Bidargaddi, N. (2023). Heart Rate Variability for Evaluating Psychological Stress Changes in Healthy Adults: A Scoping Review. *Neuropsychobiology*, 82(4), 187-202. DOI: 10.1159/000530376
- Jarczok, M. N., Weimer, K., Braun, C., Williams, D. P., Thayer, J. F., Gundel, H. O., & Balint, E. M. (2022). Heart rate variability in the prediction of mortality: A systematic review and meta-analysis of healthy and patient populations. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 143, 104907. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2022.104907
- Kajaia, T., Maskhulia, L., Chelidze, K., Akhalkatsi, V., & Kakhbrishvili, Z. (2017). The effects of non-functional overreaching and overtraining on autonomic nervous system function in highly trained athletes. *Georgian Medical News*, 264, 97-103. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/319480207>
- Kim, H. G., Cheon, E. J., Bai, D. S., Lee, Y. H., & Koo, B. H. (2018). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235-245. DOI: 10.30773/pi.2017.08.17
- Korobeinikov, H. V., Dudnik, O. K., & Radchenko, Yu. A. (2007). Variabelnist sertsevoho rytmu u yunykhn bortsiv z riznym funktsionalnym stanom nervovoi systemy [Heart rate variability in young wrestlers with different functional states of the nervous system]. *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-bioliichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu* [Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports], 6, 157-160 [in Ukrainian].
- Kovalenko, S. O., & Kudii, L. I. (2016). Variabelnist sertsevoho rytmu: metodychnii aspekty [Heart rate variability: methodological aspects]. Cherkasy: Cherkaskyi natsionalnyi universytet im. B. Khmelnytskoho. Retrieved from <https://eprints.cdu.edu.ua/493/1/kov.pdf> [in Ukrainian].
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research – Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, 8, 213. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00213
- Le Meur, Y., Pichon, A., Schaal, K., Schmitt, L., Louis, J., Gueneron, J. ... Hausswirth, Ch. (2013). Evidence of parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2061-2071. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182980125
- Lisun, Yu. B., & Uhlev, Ye. I. (2020). Variabelnist sertsevoho rytmu, vykorystannia ta metody analizu [Heart rate variability, usage, and analysis methods]. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*, 4(93), 83-89. DOI: 10.25284/2519-2078.4(93).2020.220693 [in Ukrainian].
- Liu, Y., Wang, H., Zhao, W., Zhang, M., Qin, H., & Xie, Y. (2018). Flexible, stretchable sensors for wearable health monitoring: Sensing mechanisms, materials, fabrication strategies and features. *Sensors*, 18(2), 645. DOI: 10.3390/s18020645
- Lundstrom, C. J., Foreman, N. A., & Biltz, G. (2022). Practices and Applications of Heart Rate Variability Monitoring in Endurance Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 44(1), 9-19. DOI: 10.1055/a-1864-9726
- Majumder, S., Mondal, T., & Deen, M. J. (2017). Wearable sensors for remote health monitoring. *Sensors*, 17(12), 130. DOI: 10.3390/s17010130
- Manresa-Rocamora, A., Sarabia, J. M., Javaloyes, A., Flatt, A. A., & Moya-Ramón, M. (2021). Heart Rate Variability-Guided Training for Enhancing Cardiac-Vagal Modulation, Aerobic Fitness, and Endurance Performance: A Methodological Systematic Review with Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10299. DOI: 10.3390/ijerph181910299
- Nayak, S. K., Pradhan, B., Mohanty, B., Sivaraman, J., Ray, S. S., Wawrzyniak, J. ... Pal, K. (2023). A review of methods and applications for a heart rate variability analysis. *Algorithms*, 16(9), 433. DOI: 10.3390/a16090433
- Park, G., & Thayer, J. F. (2020). From the heart to the mind: Cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. *Frontiers in Psychology*, 11, 528. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00278

- Peabody, J. E., Ryznar, R., Ziesmann, M. T., & Gillman, L. (2023). A Systematic Review of Heart Rate Variability as a Measure of Stress in Medical Professionals. *Cureus*, 15(1), e34345. DOI: 10.7759/cureus.34345
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43, 773-781. DOI: 10.1007/s40279-013-0071-8
- Prinsloo, G. E., Rauch, H. G. L., & Derman, W. E. (2014). A brief review and clinical application of heart rate variability biofeedback in sports, exercise, and rehabilitation medicine. *The Physician and Sportsmedicine*, 42(2), 88-99. DOI: 10.3810/psm.2014.05.2061
- Saboul, D., Balducci, P., Millet G., Pialoux, V., & Yantier, Ch. (2016). A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *European Journal of Sport Science*, 16(2), 172-181. DOI: 10.1080/17461391.2015.1004373
- Sammito, S., Thielmann, B., Klusmann, A., Deußen, A., Braumann K.-M., & Böckelmann, I. (2024). Guideline for the application of heart rate and heart rate variability in occupational medicine and occupational health science. *Journal of occupational medicine and Toxicology*, 19(1), 15. DOI: 10.1186/s12995-024-00414-9
- Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2006). The use of heart rate variability measures to assess autonomic control during exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 302-313. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00556.x
- Sandercock, G. R. H., Gavin, R. H., & Bromley, P. D. (2005). Effects of exercise on heart rate variability: Inferences from meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(3), 433-439. DOI: 10.1249/01.mss.0000155388.39002.9d
- Sassi, R., Cerutti, S., Lombardi, F., Malik, M., Huikuri, H. V., Peng, C.-K. ... Macfadyen, R. (2015). Advances in heart rate variability signal analysis: Joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *EP Europace*, 17(9), 1341-1353. DOI: 10.1093/europace/euv015
- Schmitt, L., Regnard, J., Coulmy, N., & Millet, G. P. (2018). Influence of training load and altitude on heart rate variability fatigue patterns in elite Nordic skiers. *International Journal of Sports Medicine*, 39(10), 773-781. DOI: 10.1055/a-0577-4429
- Schmitt, L., Regnard, J., Desmarests, M., Maune, F., Mourout, L., Fouillot, J.-P. ... Millet, G. (2013). Fatigue shifts and scatters heart rate variability in elite endurance athletes. *PLoS ONE*, 8(8), e71588. DOI: 10.1371/journal.pone.0071588
- Schmitt, L., Regnard, J., Parmentier, A. L., Maune, F., Mourout, L., Coulmy, N., & Millet, G. P. (2015). Typology of "fatigue" by heart rate variability analysis in elite Nordic-skiers. *International Journal of Sports Medicine*, 36(12), 999-1007. DOI: 10.1055/s-0035-1548885
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 28(5), 258. DOI: 10.3389/fpubh.2017.00258
- Stauss, H. M. (2003). Heart rate variability. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 285(5), R927-R931. DOI: 10.1152/ajpregu.00452.2003
- Storniolo, J. L., Correale, L., Buzzachera, C. F., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2025) Editorial: New perspectives and insights on heart rate variability in exercise and sports. *Front. Sports Act. Living*, 7, 1574087. DOI: 10.3389/fspor.2025.1574087
- Sundas, A., Contreras, I., Navarro-Otano, J., Soler, J. I., Beneyto, A., & Vehi, J. (2025). Heart rate variability over the decades: a scoping review. *PeerJ*, 13, e19347. DOI: 10.7717/peerj.19347
- Taj-Eldin, M., Ryan, C., O'Flynn, B., & Galvin, P. (2018). A review of wearable solutions for physiological and emotional monitoring for use by people with autism spectrum disorder and their caregivers. *Sensors*, 18(12), 4271. DOI: 10.3390/s18124271
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996a). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043-1065. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996b). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European Heart Journal*, 17, 354-381.
- Thayer, J. F. (2002). Progress in the analysis of heart-rate variability. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 21(4), 22-23. DOI: https://doi.org/10.1109/MEMB.2002.1032634
- Thielmann, B., Pohl, R., & Böckelmann, I. (2021). Heart rate variability as a strain indicator for psychological stress for emergency physicians during work and alert intervention: a systematic review. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 16(1). DOI: 10.1186/s12995-021-00313-3
- Vovkanych, L. S., & Kachmar, P. (2013). Typologichni osoblyvosti variabelnosti sertsevoho rytmu yunykh veslualnykiv na kanoe [Typological features of heart rate variability in young canoeists]. *Fizychna aktyvnist, zdorovia i sport* [Physical activity, health and sport], 13(3), 60-70. Retrieved from https://sportsscience.ldufk.edu.ua/index.php/fazis/article/view/142/136 [in Ukrainian].
- Vovkanych, L., Boretsky, Y., Sokolovsky, V., Berhtraum, D., & Kras, S. (2020). Validity of the software-hardware complex "Rytm" for measuring the RR intervals and heart rate variability at rest. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(3), 1599-1605. DOI:10.7752/jpes.2020.03218
- Vovkanych, L., Boretsky, Y., Sokolovsky, V., Berhtraum, D., & Kras, S. (2021). Validation of the software-hardware complex "Rytm" for measurement of the RR intervals and heart rate variability analysis during exercise and recovery period. *Teoriya ta Metodika Fizichnogo Vikhovannya* [Physical Education Theory and Methodology], 21(1), 61-68. DOI: https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.1.08
- Wang, Z., Zou, Y., Liu, J., Peng, W., Li, M., & Zou, Z. (2025). Heart rate variability in mental disorders: An umbrella review of meta-analyses. *Translational Psychiatry*, 15, 104. DOI: 10.1038/s41398-025-03339-x
- Welsh, M. R., Mosley, E., Laborde, S., Day, M. C., Sharpe, B. T., Burkill, R. A., & Birch, P. D. J. (2023). The use of heart rate variability in esports: A systematic review. *Psychology of sport and exercise*, 69, 102495. DOI: 10.1016/j.psychsport.2023.102495
- Yang, F., Ma, Y., Liang, S., Shi, Y., & Wang, C. (2024). Effect of Exercise Modality on Heart Rate Variability in Adults: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 25(1). DOI: 10.31083/j.rcm2501009
- Zhang, E., Liang, S., Sun, T., Xu, J., Lu, F., Wu, D. ... Ma, W. (2023). Prognostic value of heart rate variability in atrial fibrillation recurrence following catheter ablation: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 9, 1048398. DOI: 10.3389/fcvm.2022.1048398

HEART RATE VARIABILITY: MODERN APPROACHES AND PROSPECTS OF USE IN SPORTS, MEDICINE AND BIOLOGY

Vovkanych L.¹, Fedkiv M.²

¹Ivan Boberskyi Lviv State University of Physical Culture

²Ivan Franko National University of Lviv

In recent years, there has been a growing interest in the use of non-invasive methods for assessing the functional state of the human body in medicine, sports, and professional activities. One of the most powerful tools for such monitoring is heart rate variability (HRV) analysis, which reflects the effectiveness and tension of regulatory systems, physiological adaptation levels, and the body's response to exercise. This review presents current understanding of the HRV analysis methodology, including temporal, geometric, spectral and nonlinear methods. The advantages and limitations of each method are discussed, alongside the importance of data quality, recording standardization, and controlling external factors that may affect reliability. Particular emphasis is placed on the application of HRV in sports physiology for monitoring training adaptation, recovery status, and overtraining prevention. It is shown that adaptation to physical exercise is accompanied by increases in HRV parameters such as SDNN, RMSSD, HF power, and SD1. HRV is highlighted as a multidisciplinary tool effective in cardiology, psychophysiology, sports science, and occupational medicine. The article summarizes contemporary findings on the practical value of HRV metrics for dynamic monitoring of the human functional state.

Key words: heart rate variability, physical exercise, monitoring, adaptation, regulatory systems.

УДК 599.323.452:591.444]:57.084

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336860>

T. Komisova

H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University

29, Alchevskykh St., Kharkiv, 61002, Ukraine

tatyanakomisova@gmail.com

ORCID: [org/0000-0003-3959-8575](https://orcid.org/0000-0003-3959-8575)

L. Kharchenko

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

2, Ostrohradskyi St., Poltava, 36003, Ukraine

harchenko.lp1409@gmail.com

ORCID: [0009-0000-6208-464X](https://orcid.org/0009-0000-6208-464X)

A. Koval

Poltava Institute of Economics and Law, Open University of Human Development Ukraine

6, Monastyr'ska street, Poltava, 36000

indivwork@gmail.com

ORCID [0000-0002-8572-7000](https://orcid.org/0000-0002-8572-7000)

THE ESTROUS CYCLE IN FEMALE RATS UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL HYPOTHYROIDISM

The article presents the results of an experimental study aimed at investigating changes in the estrous cycle of female rats following partial thyroidectomy. The goal of modeling hypothyroidism by removing half of the thyroid gland was to examine the mechanisms through which thyroid dysfunction affects the reproductive system. Following surgery, a statistically significant increase in thyroid-stimulating hormone (TSH) levels was observed in the animals, confirming the development of hypothyroidism.

An analysis of estrous cycle dynamics revealed significant alterations: the overall duration of the cycle was markedly prolonged due to an extended diestrus phase, indicating a delay or absence of ovulation. The frequency of estrus in hypothyroid females was significantly reduced, pointing to a decrease in reproductive activity. Persistent anovulatory cycles were identified, which are considered a prerequisite for infertility.

Possible pathophysiological mechanisms of this phenomenon are discussed, including the impact of reduced thyroid hormone levels on the hypothalamic–pituitary–gonadal axis, altered sensitivity of gonadotropin receptors, and disruption of sex hormone balance. Particular attention is given to the role of thyroid hormones in maintaining normal ovarian function and ensuring ovulatory processes. The findings have practical significance for understanding the pathogenesis of fertility disorders associated with hypothyroidism and may be applied to improve approaches to the diagnosis and treatment of endocrine-related infertility.

Thus, the study highlights the importance of regular monitoring of thyroid gland function in women of reproductive age to prevent potential reproductive complications.

Key words: hypothyroidism, estrous cycle, thyroid-stimulating hormone, thyroid gland.

Introduction. The thyroid gland plays a critical role not only in maintaining normal metabolism but also in supporting reproductive function. Disorders of this gland, such as autoimmune thyroiditis (Hashimoto's thyroiditis), subclinical and overt hypothyroidism, as well as thyrotoxicosis, are frequently associated with infertility and an increased risk of pregnancy complications. Thyroid hormone deficiency during gestation raises the likelihood of developing gestational hypertension, preeclampsia, preterm labor, and cognitive impairments in offspring (Zhou, Tao, Huang, Zhu, & Tao, 2017; Modi, & Garg, 2025; Dosiou, 2020; Egger, Conze, & Wehrend, 2024).

Thyroid dysfunction is one of the most common endocrine disorders in women of reproductive age, significantly affecting reproductive health. According to clinical and epidemiological studies, hypothyroidism occurs in 2–4% of women during their reproductive years. This condition may lead to anovulatory cycles, luteal phase defects, hyperprolactinemia, and general sex hormone imbalance, ultimately resulting in reduced fertility.

Undiagnosed and untreated thyroid dysfunction remains one of the leading causes of endocrine infertility. A large-scale study of 394 infertile women revealed elevated thyroid-stimulating hormone (TSH) levels above 4.2 $\mu\text{IU/mL}$ in 23.9% of cases, indicating hypothyroidism. Another investigation identified thyroid dysfunction in 16% of infertile women, with overt hypothyroidism (9.6%) and subclinical hypothyroidism (4.0%) being the most prevalent forms, especially in cases of secondary infertility (over 21.8% of cases) (Verma, Sood, Juneja, & Kaur, 2012; Akande, Isah, Aliyu, & Adesiyun, 2022).

Experimental studies have demonstrated that thyroid hormones actively participate in the regulation of the hypothalamic–pituitary–gonadal axis by modulating gonadotropin secretion, ovarian steroidogenesis, and ovulatory processes. Specifically, reduced levels of triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4) may decrease the synthesis of luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone (FSH), as well as alter tissue sensitivity to gonadotropins (S. Wang, Pu, Chiang, Ho, & P. Wang, 1987; Chiao et al., 1999; Feldt-Rasmussen, Effraimidis, & Klose, 2021; Malova et al., 2021).

Menstrual cycle disturbances are among the most common reproductive dysfunctions in hypothyroidism (Güngör Semiz, & Hekimsoy, 2024). Hypothyroidism leads to hypomenstrual syndrome and such menstrual irregularities as opsoligomenorrhea, hyperpolymenorrhea, and less frequently, amenorrhea. Moreover, prolonged uncompensated hypothyroidism causes chronic anovulation and uterine bleeding. The pathogenesis, clinical course, diagnosis, and treatment of hypothyroidism remain incompletely understood. This is evidenced by frequent relapses, insufficient treatment efficacy, and resulting reproductive disorders.

Thus, the impact of hypothyroidism on menstrual and reproductive function remains insufficiently elucidated. A key factor is thyroid hormone deficiency, which plays a fundamental role in sustaining basal metabolism, tissue respiration, and the growth of most actively functioning cells and tissues, including those of the reproductive system. Diagnosis relies on TSH level assessment and confirmation via thyroxine concentration. Current guidelines emphasize the necessity of incorporating thyroid function testing, particularly TSH measurement, into the diagnostic protocols for women with reproductive disorders. This is especially pertinent in cases of unexplained infertility and frequent anovulatory cycles (Sheehan, 2016; Davis, & Phillippi, 2022; Akande, Isah, Aliyu, & Adesiyun, 2022).

Despite numerous clinical data, experimental models of hypothyroidism remain invaluable for detailed investigation of reproductive dysfunction mechanisms at molecular and physiological levels. Laboratory animal models, such as rats, allow the induction of hypothyroid states under controlled conditions and facilitate evaluation of their effects on estrous cycle dynamics, hormonal profiles, and the morphofunctional state of the reproductive system.

The objective of this study was to investigate the reproductive function of female rats under experimental hypothyroidism.

Materials and Methods. The experimental study was conducted at the Department of Human Anatomy and Physiology named after Professor Ya. R. Synelnikov at H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University and at the Central Research Laboratory of Kharkiv National Medical University under a cooperation agreement (No. 75 /C 5-20/H, dated 2022).

The experiment was carried out on 27 sexually mature outbred female rats, whose estrous cycles remained regular for 14 consecutive days, with a cycle length not exceeding 5 days, which is typical for this species. The animals were housed in a vivarium under standard dietary conditions with free access to water. The rats were divided into two groups: a control group (5 animals) and an experimental group (21 animals). Hypothyroidism was induced in the experimental animals by surgical removal of one-half of the thyroid gland. The postoperative model of hypothyroidism is considered radical, more physiological, clinically relevant, and technically feasible (Stechenko et al., 2007). Considering that thyroid-stimulating hormone (TSH) serves as a marker of hypothyroidism (Surks et al., 2004), an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for TSH concentration was performed in control animals and in a subset of experimental animals using the TSH ELISA kit

(Germany). Blood samples for TSH assessment were collected post-mortem following euthanasia by intraperitoneal injection of a triple anesthetic dose of sodium ethaminal, in accordance with the euthanasia protocols outlined in the methodological guidelines of the Ministry of Health of Ukraine and the general ethical principles of animal experimentation approved by the provisions of the “European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes.

In 12 females from the experimental group, the estrous cycle was monitored before and after the induction of hypothyroidism over a 14-day period via analysis of vaginal smears. Vaginal smear collection for the assessment of estrous cycle structure and duration was performed at the same time each day. After drying and staining the smears with methylene blue following standard methodology, the stages of the estrous cycle were determined under a light microscope: proestrus (follicular phase, follicle growth stage) is characterized by nucleated epithelial cells; estrus (ovulation) – clusters of numerous cornified squamous cells, visible macroscopically; metestrus (luteal phase) – a mixture of nucleated epithelial cells, squamous cells, and leukocytes; diestrus (quiescent period) – dominance of leukocytes covering the entire field of view.

All experimental procedures were performed in accordance with the “General Ethical Principles for Animal Experiments”, approved by the First National Congress of Ukraine on Bioethics (Kyiv, 2001), the “European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes” (Strasbourg, 1986) (European Convention..., 1986), and the Law of Ukraine of 21.02.2006 No. 3447-IV “On the Protection of Animals from Cruelty” (On the Protection of Animals..., 2006), with strict compliance with the Bioethics Committee of H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University.

Statistical analysis was performed using the “Excel – 7” software (Microsoft Office, USA) with application of the Student’s t-test.

Results and Discussion. At the first stage of the study, thyroid-stimulating hormone (TSH) concentration was measured in 5 control and 7 experimental female rats, in which half of the thyroid gland had been surgically removed. The results revealed that in the experimental group, TSH concentration significantly increased – nearly twofold – reaching 9.35 ng/mL compared to 4.57 ng/mL in the control group ($p < 0.05$), which confirmed the presence of hypothyroidism in these animals.

Further analysis of the estrous cycle in the experimental females demonstrated that induced hypothyroidism led to specific alterations in the cycle’s structure and duration. In particular,

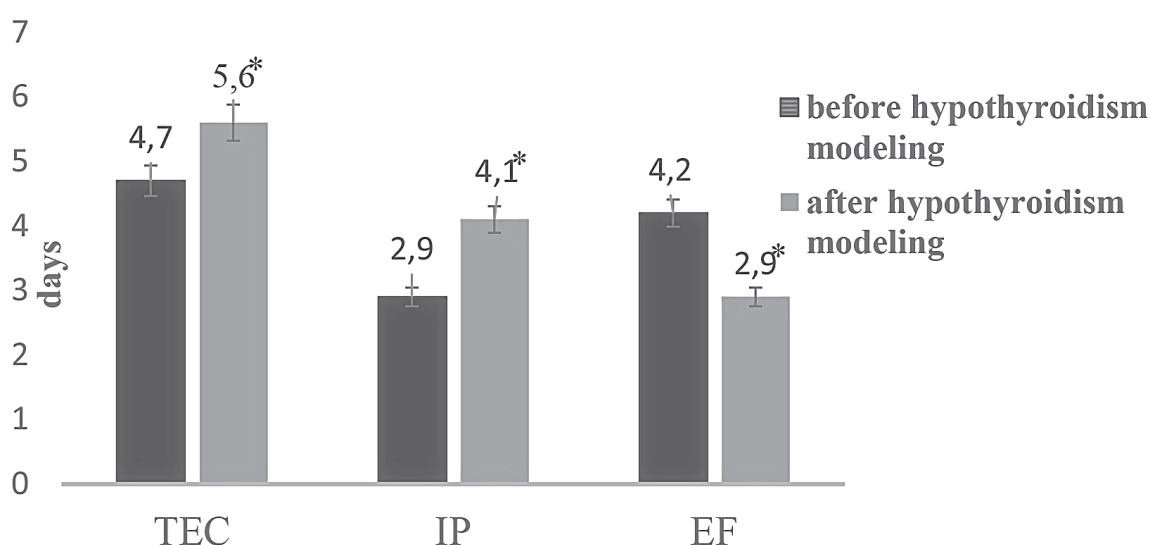


Fig. Estrous cycle in female rats.

TEC – Total Estrous Cycle duration (days); IP – Interphase Period duration (days);

EF – Estrus Frequency over 14 days of observation

*Note: * – statistically significant difference at $p < 0.05$ compared to baseline.*

following postoperative hypothyroidism, the total estrous cycle (TEC) duration significantly increased from 4.7 ± 0.89 to 5.6 ± 0.91 days ($p < 0.05$). This prolongation was mainly attributed to an extended interphase period (diestrus), which reached 3.6 ± 0.68 days compared to the baseline values ($p < 0.05$). Additionally, the frequency of estrus episodes over the 14-day observation period significantly decreased from 4.2 ± 0.49 to 2.9 ± 0.49 ($p < 0.05$) in comparison with the initial state (see Fig.).

The prolongation of the diestrus phase may be attributed to a number of mechanisms triggered by hypothyroidism. One such mechanism, discussed in the scientific literature, suggests that hypothyroidism disrupts the activity of hypothalamic biogenic amines, leading to a reduction in the secretion of gonadotropin-releasing hormone (GnRH or luteinizing hormone-releasing hormone), which in turn results in decreased levels of luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone (FSH) (B. Khabrat, A. Khabrat, Lytvak, & Lysenko, 2018; Wu, Zhao, Wang, Tang, & Liu, 2021).

It is also important to note that the interaction between reproductive and thyroid functions is regulated by common central mechanisms involving the tropic hormones of the pituitary gland – LH, FSH, thyroid-stimulating hormone (TSH), and prolactin – which are under the control of the hypothalamus and, to some extent, the cerebral cortex. Thyrotropin-releasing hormone (TRH) stimulates the secretion of both TSH and prolactin by the pituitary. Hypothyroidism leads to increased TRH secretion (via negative feedback), which may cause hyperprolactinemia. Elevated prolactin levels disrupt the pulsatile secretion of gonadotropins and contribute to decreased LH production and inhibition of ovulation (P. Goel, Kahkasha, Narang, Gupta, & K. Goel, 2015). Prolonged hypothyroidism is also known to induce the Van Wyk–Grumbach syndrome.

Another factor is the considerable similarity in the molecular structure of LH and TSH, which, as described in the literature, may lead to potential competitive binding of TSH to LH receptors on granulosa cells. This suggests that the reactive elevation of TSH levels in thyroidectomized females might competitively block LH receptors in ovarian follicles, thereby impairing ovulatory processes (Osuga, Toyoshima, Mitsunashi, & Taketani, 1995).

Conclusions. In female rats with experimentally induced postoperative hypothyroidism, the overall pattern of the estrous cycle is altered – its total duration increases due to prolonged diestrus, while the frequency of estrus decreases.

The disruption of the estrous cycle caused by hypothyroidism may be attributed to shared central regulatory mechanisms of thyroid and reproductive function, as well as to the structural homology between gonadotropic hormones and TSH.

Thus, the study emphasizes the importance of regular monitoring of thyroid functional status in women of reproductive age to prevent potential reproductive complications.

REFERENCES

- Akande, A. A., Isah, I. A., Aliyu, I. S., & Adesiyun, A. G. (2022). Thyroid dysfunction in women of reproductive age: laboratory protocol for infertility evaluation. *Annals of Ibadan Postgraduate Medicine*, 20(1), 53-57. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/369751339_THYROID_DYSFUNCTION_IN_WOMEN_OF_REPRODUCTIVE_AGE_LABORATORY_PROTOCOL_FOR_INFERTILITY_EVALUATION.
- Chiao, Y. C., Lee, H. Y., Wang, S. W., Hwang, J. J., Chien, C. H., Huang, S. W. ... Wang, P. S. (1999). Regulation of thyroid hormones on the production of testosterone in rats. *Journal of Cellular Biochemistry*, 73(4), 554-562. Retrieved from [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4644\(19990615\)73:4%3C554::AID-JCB13%3E3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4644(19990615)73:4%3C554::AID-JCB13%3E3.0.CO;2-L).
- Davis, M. G., & Phillippi, J. C. (2022). Hypothyroidism: Diagnosis and Evidence-Based Treatment. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 67(3), 394-397. doi: 10.1111/jmwh.13358.
- Dosiou, C. (2020). Thyroid and Fertility: Recent Advances. *Thyroid*, 30(4), 479-486. doi: 10.1089/thy.2019.0382.
- Egger, R., Conze, T., & Wehrend, A. (2024). Einfluss der Hypothyreose auf die Fruchtbarkeit bei der Hündin und die neonatale Mortalität und Morbidität – eine Literaturübersicht (Impact of hypothyroidism on bitch fertility and neonatal mortality and morbidity – a review of the literature). *Tierärztliche Praxis Ausg K Kleintiere Heimtiere*, 52(4), 220-231. doi: 10.1055/a-2364-2544.
- European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes* (1986). Strasbourg: Council of Europe Eur. Treaty Series. No 123.
- Feldt-Rasmussen, U., Effraimidis, G., & Klose, M. (2021). The hypothalamus-pituitary-thyroid (HPT)-axis and its role in physiology and pathophysiology of other hypothalamus-pituitary functions. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 525, 111173. doi: 10.1016/j.mce.2021.111173.
- Goel, P., Kahkasha, Narang, S., Gupta, B. K., & Goel, K. J. (2015). Evaluation of serum prolactin level in patients of subclinical and overt hypothyroidism. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(1), BC15-17. DOI: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/5443>

- Güngör Semiz, G., & Hekimsoy, Z. (2024). Menstrual Cycle Characteristics in Women With and Without Thyroid Disease. *Cureus*, 16(6), e62724. doi: 10.7759/cureus.62724
- Khabrat, B. V., Khabrat, A. B., Lytvak, O. O., & Lysenko, B. M. (2018). Analiz kliniko-anamnestychnykh chynnykiv rozvytku henitalnoho endometriozu na tli tyreoidnoi dysfunktsii [Analysis of Clinical and Anamnestic Factors in the Development of Genital Endometriosis against the Background of Thyroid Dysfunction]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu* [Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports], 3(6), 167-179. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujmbs_2018_3_6_30 [in Ukrainian].
- Malova, N. H., Komarova, I. V., Syrotenko, L. A., Brechka, N. M., Kurylko, Yu. S., Komisova, T. Ye., & Holtsev, A. M. (2021). Koryhuvannia rivnia tyreoidnykh hormoniv u shchuriv pid vplyvom krioeekstraktu platsenty [Correction of thyroid hormone levels in rats under the influence of placental cryoextract]. *Problemy kriobiolohii i kriomedytsyny* [Problems of cryobiology and cryomedicine], 31(4), 353-363. Retrieved from <https://doi.org/10.15407/cryo31.04.353> [in Ukrainian].
- Modi, M., & Garg, P. (2025). Relationship between thyroid-stimulating hormone levels and the severity of vitamin D deficiency by age group. *Clinical and Experimental Reproductive Medicine*, 52(1), 71-78. doi: 10.5653/term.2023.06779.
- Osuga, Y., Toyoshima, H., Mitsuhashi, N., & Taketani, Y. (1995). The presence of platelet-derived endothelial cell growth factor in human endometrium and its characteristic during the menstrual cycle and early gestational period. *Human Reproduction*, 10(4), 989-993. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.humrep.a136083>.
- Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia: Zakon Ukrainy [On the Protection of Animals from Cruelty: Law of Ukraine] of 21.02.2006 No 3447-IV. (2006). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine], 27. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> [in Ukrainian].
- Sheehan, M. T. (2016). Biochemical testing of the thyroid: TSH is the best and, oftentimes, only test needed: a review for primary care. *Clinical Medicine & Research*, 14, 83-92. doi: 10.3121/cmr.2016.1309.
- Surks, M. I., Ortiz, E., Daniels, G. H., Sawin, C. N., Col, N. F., Cobin, R. H. ... Weissman, N. J. (2004). Subclinical thyroid disease: scientific review and guidelines for diagnosis and management. *JAMA. The Journal of the American Medical Association*, 291(2), 228-238. DOI: 10.1001/jama.291.2.228
- Verma, I., Sood, R., Juneja, S., & Kaur, S. (2012). Prevalence of hypothyroidism in infertile women and evaluation of response of treatment for hypothyroidism on infertility. *International Journal of Applied & Basic Medical Research*, 2, 17-9. doi: 10.4103/2229-516X.96795
- Wang, S. W., Pu, H. F., Chiang, S. T., Ho, L. T., & Wang, P. S. (1987). Effects of thyroidectomy and thyroxine replacement on the release of luteinizing hormone and gonadotropin-releasing hormone in vitro. *Hormone Research*, 25(4), 215-22. doi: 10.1159/000180655
- Wu, J., Zhao, Y. J., Wang, M., Tang, M. Q., & Liu, Y. F. (2021). Correlation Analysis Between Ovarian Reserve and Thyroid Hormone Levels in Infertile Women of Reproductive Age. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 745199. doi: 10.3389/fendo.2021.745199.
- Zhou, S. S., Tao, Y. H., Huang, K., Zhu, B. B., & Tao, F. B. (2017). Vitamin D and risk of preterm birth: up-to-date meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 43(2), 247-56. Retrieved from <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jog.13239>

ЕСТРАЛЬНИЙ ЦИКЛ САМИЦЬ ЩУРІВ НА ТЛІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ГІПОТИРЕОЗУ

Т. Є. Комісова¹, Л. П. Харченко², А. В. Коваль³

¹Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, м. Харків, Україна

²Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, м. Полтава, Україна

³Полтавський інститут економіки і права Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна», м. Полтава, Україна

У статті представлені результати експериментального дослідження, спрямованого на вивчення змін естрального циклу у самок щурів після часткового видалення щитоподібної залози. Метою моделювання гіпотиреозу шляхом видалення 1/2 частини щитоподібної залози стало вивчення механізмів впливу тироїдної дисфункції на репродуктивну систему. Після оперативного втручання у тварин спостерігалось статистично значуще підвищення рівня тиреотропного гормону (ТТГ), що підтвердило розвиток гіпотиреозу.

Аналіз динаміки естрального циклу продемонстрував істотні зміни: спостерігалось значне подовження загальної тривалості циклу за рахунок пролонгації дієструсу, що свідчить про затримку або відсутність овуляції. Частота еструсу у самок із гіпотиреозом була суттєво зниженою, що вказує на зниження репродуктивної активності. Виявлено розвиток стійких ановуляторних циклів, які є передумовою безпліддя.

Обговорюються можливі патофізіологічні механізми даного явища, зокрема вплив зниженого рівня тироїдних гормонів на гіпоталамо-гіпофізарно-гонадну вісь, зміну чутливості гонадотропінових рецепторів і дисбаланс статевих гормонів. Окрему увагу приділено обговоренню ролі тироїдних гормонів у підтриманні нормальної функції яєчників та забезпеченні овуляторних процесів. Отримані результати мають практичне значення для розуміння па-

тогенезу порушень фертильності при гіпотиреозі, а також можуть бути використані для вдосконалення підходів до діагностики та лікування безпліддя, пов'язаного з ендокринними порушеннями.

Таким чином, дослідження підкреслює необхідність регулярного моніторингу функціонального стану щитоподібної залози у жінок репродуктивного віку для попередження можливих репродуктивних ускладнень.

Ключові слова: гіпотиреоз, естральний цикл, тиреотропний гормон, щитоподібна залоза.

УДК 599.323.452:591.437]:615.874.24

DOI <https://doi.org/10.33989/2025.11.1.336865>

R. V. Yanko

International Center for Astronomical, Medical and Ecological Research, NAS of Ukraine,
03680, Kyiv, 27 Akademika Zabolotnogo Str.

biolag@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0397-7517

P. K. Tsapenko

International Center for Astronomical, Medical and Ecological Research, NAS of Ukraine,
03680, Kyiv, 27 Akademika Zabolotnogo Str.

tsapenkopetro@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1196-015x

M. I. Levashov

Bogomoletz Institute of Physiology National Academy of Sciences of Ukraine
01024, Kyiv, 4 Bogomoletz Str.

mivalev@ukr.net

ORCID: 0000-0003-1354-2047

V. I. Portnichenko

International Center for Astronomical, Medical and Ecological Research, NAS of Ukraine,
03680, Kyiv, 27 Akademika Zabolotnogo Str.

vport@biph.kiev.ua

ORCID: 0000-0003-1473-2408

STRUCTURAL DIFFERENCES IN THE PANCREAS OF RATS OF DIFFERENT AGES AFTER DOSED CALORIC RESTRICTION

It is known that the activity of the pancreas decreases with age. Thus, the volume of the pancreatic juice and its enzymatic activity as well as the activity of the islet apparatus decreases. Therefore, searching for stimulating factors for pancreatic function is a promising research. One of such promising non-drug methods is dosed restriction of the diet. However, the available literature data are often ambiguous. The age of the animals may affect the interpretation of the data obtained. The aim of our work was to investigate and compare structural changes in the pancreas of rats of different ages that were on a caloric restriction, as well as to assess the feasibility of its use as a prophylactic agent in cases of reduced gland function. The experiments were carried out on 48 male Wistar rats. The age of the animals at the beginning of the experiment was 3 and 15 months old. The experimental animals received a calorie restricted by weight (by 30%) diet for 28 days. Tissue samples were taken from the central part (body) of the pancreas for histological studies. Glucose concentration was determined in blood serum. Morphofunctional signs of increased pancreas activity were revealed in 16-month-old rats fed the restricted diet. First of all, the endocrine function of the gland increased. In 4-month-old animals, the effect of caloric restriction slightly reduced the activity of the exocrine pancreas, but did not change the activity of the endocrine function. A decrease in the amount of connective tissue elements in the pancreas in both young and adult experimental rats was shown. The obtained data can be used for further research into the effectiveness of using dosed caloric restriction in cases of age-related decline in pancreas function.

Key words: dosed caloric restriction, pancreas, age, rats.

Caloric restriction (CR) is a simple and widespread way to prolong life and prevent age-associated disorders (Di Francesco et al., 2024; Green, Lamming, & Fontana, 2022). There are positive effects of CR on the state of the pancreas, adipose tissue and skeletal muscle, and glucose homeostasis in the course or prevention of age-related diseases, such as type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome, etc. (He et al., 2012; Szczerba et al., 2023). In addition, CR reduces the manifestations of inflammation and accompanying complications in autoimmune or acute pancreatitis (Jaster et al., 2020; Sharma et al., 2022).

Among the possible mechanisms by which CR affects the pancreas, we can include the protein SIRT1, which is one of the seven homologues of Sir2 (silent information regulator 2), which is a nicotinamide adenine dinucleotide-dependent histone or nonhistone diacetylases in mammals. SIRT1 is known to mediate the decrease in blood glucose and insulin concentrations and the increase in insulin sensitivity of peripheral tissues due to the action of CR. In particular, this protein can modulate signaling in pancreatic β -cells, adipocytes and skeletal muscle (Chen et al., 2013; Avilkina, Chauveau & Ghali Mhenni, 2022).

The main attention of researchers is mainly devoted to the endocrine pancreas, and the function of the exocrine pancreas is often ignored, except for some pathological conditions (Jaster et al., 2020; Sharma et al., 2022; Taylor, 2019). In addition, different models of CR, experiments duration, and animals age are used in researches which complicates the interpretation of the results obtained. With age, the pancreas (like most organs) reacts differently to various stress factors. It is known that with aging, the vessels of the pancreas narrow. In the walls of the ducts, connective tissue grows, their elasticity decreases. The number of exocrinocytes decreases, which leads to inhibition of the enzymatic activity of the gland, and as a result, to incomplete digestion of proteins, fats, and carbohydrates (Löhr, Panic, Vujasinovic & Verbeke, 2018). In addition, with age, there is a decrease in the number and activity of β -cells of the pancreatic islets and the number of insulin receptors. This leads to the development of insulin resistance and metabolic disorders (Kehm et al., 2018). In general, a decrease in the mass of the glandular part accompanied by the growth of connective tissue is characteristic age-related features of the pancreas (Matsuda, 2018). Therefore, the search for stimulating factors for pancreatic function is a promising research. One of such promising non-drug methods is the method of dosed restriction of the diet.

The objective of our study was to investigate and compare structural changes in the rats' pancreas of different ages that were on a reduced diet, as well as to assess the feasibility of its use as a preventive measure for correcting age-related declines in gland function.

Materials and methods. The experiment involved 48 male Wistar rats. The age of the animals at the beginning of the experiment was 3 and 15 months. The rats were divided into 4 groups (12 animals each): I, III – control animals aged 3 and 15 months, respectively; II, IV – experimental rats aged 3 and 15 months, which received a weight-reduced- (by 30%) diet. The daily diet of the control rat was 20 g (65 kcal) of specialized compound feed (Recipe K 120-1, Rezon-1, Ukraine), and the caloric restricted rat – 14 g (45 kcal). This level of caloric reduction according to the classification of McKay C. M. is referred to as “mild” CR, which is able to extend life expectancy, increase the efficiency of molecular and cellular systems, and increase the adaptive capabilities of the organism (McCay, Crowell, & Maynakd, 1935). Regular food consumption completeness by all rats was controlled daily. Access to water was free. Animals were housed separately in cages with mesh partitions to minimize stress from social isolation. The duration of the experiment was 28 days. All protocols were approved by the Biomedical Ethics Committee for the Care and Use of Animals of the Bogomoletz Institute of Physiology, NAS of Ukraine. Rats were sacrificed by decapitation under isoflurane anesthesia in accordance with the European Convention (Strasbourg, 1986).

Tissue samples were taken from the central part (body) of the pancreas for microscopic examination. The samples were fixed in Bouin's solution for 2 days. Then the tissue samples were dehydrated in alcohols with increasing concentration and embedded in paraffin. Tissue sections 6 μ m thick were made from paraffin blocks using a sledge microtome. The obtained histological preparations of the pancreas were stained by the histochemical method according to Van Gieson (Rehfeld, Nylander, & Karnov, 2017). For histomorphometric studies, the stained samples were photographed with a camera (Levenhuk, USA) on a light-optical microscope (Nikon ECLIPSE E100, Japan). The analysis was performed using the information software “Image J”.

Histomorphometric analysis was performed on the obtained micrographs of pancreatic tissue. In the exocrine part of the gland, its relative area, acini size, number of exocrinocytes in them, and epithelial height were determined. The area of exocrinocytes was measured, and the number of nucleoli in them was counted. In the endocrine part of the gland, its relative area was determined, the

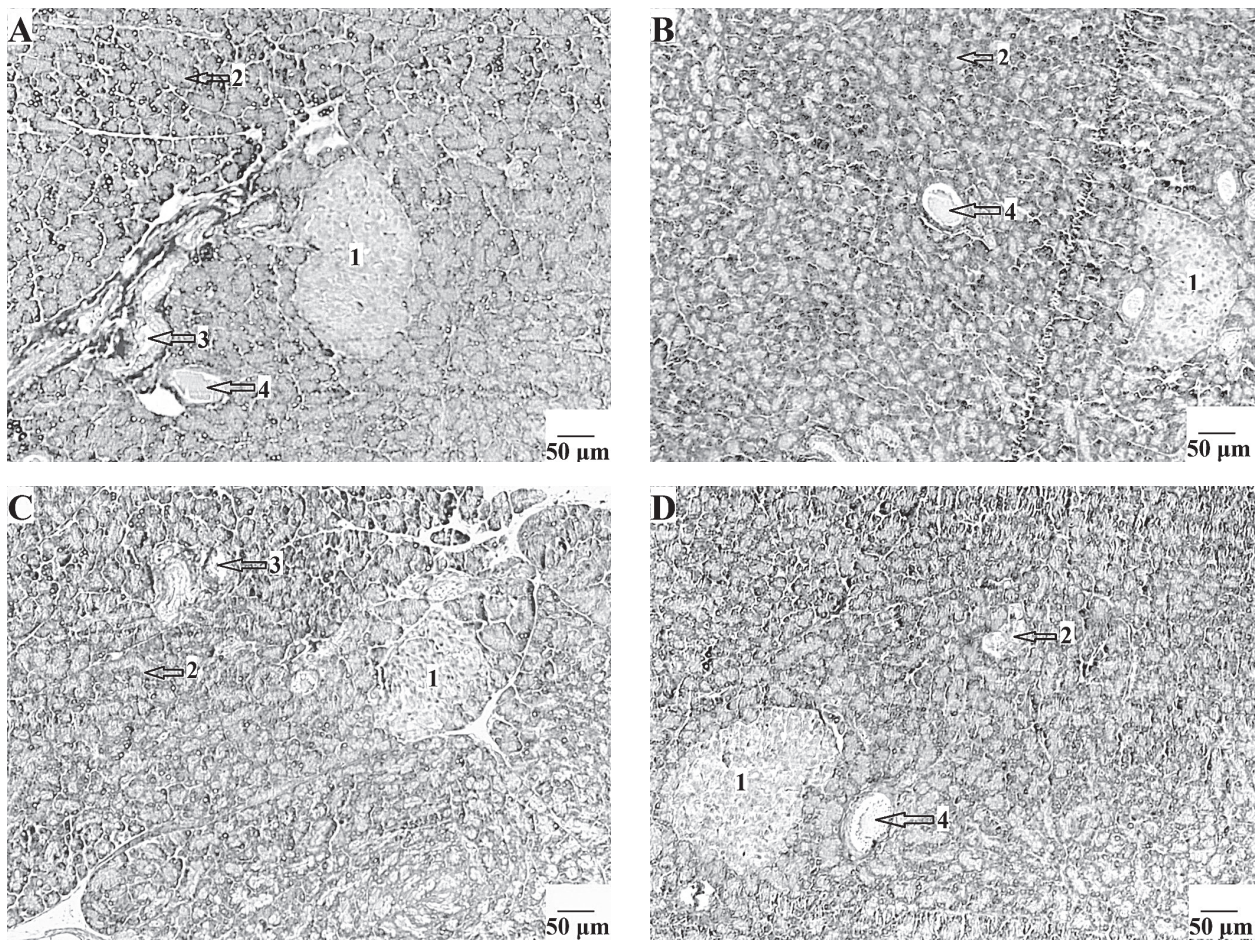


Fig. Photomicrograph of the pancreas of the control group's rats (A – 4 months old, C – 16 months old) and rats on caloric restriction (B – 4 months old, D – 16 months old).

Note: 1 – Langerhans islet; 2 – acinus; 3 – pancreatic duct; 4 – vessel. Van Gieson's stain. $\times 200$.

number of pancreatic islets and the number of endocrinocytes in them were counted, and the size of the islets was measured. The width of the interlobular and interacinus connective tissue layers was also measured. Relative areas were determined by the method of superimposing point morphometric grids on micrographs (Hossain et al., 2014; Yanko, Levashov, Chaka, & Safonov, 2020).

Glucose concentration was determined in serum at the end of the experiment (before rats were removed from the experiment). Blood was collected in the morning, and the animals were fasting. For this purpose, reagent kits ("Filisit-Diagnostics", Ukraine) and a biochemical analyzer ("Sinnowa", China) were used.

Statistical analysis was provided by software "Statistica 6.0 for Windows" (StatSoft, USA) and "Excel 2010" (Microsoft, USA) using Student's t-test. The groups were also analyzed using one-way analysis of variance. The data are presented as the mean with standard error of mean ($M \pm m$) with normal distribution. The value $p < 0.05$ was considered significant.

Results and discussion. The parenchyma of the pancreas of rats that were on CR retained its physiological structure and was divided into lobules, between which there are connective tissue partitions with blood vessels, nerves and excretory ducts. The exocrine part is represented by acini, as well as a system of ducts. The acini were predominantly oval in shape and consisted of 7-10 pyramidal exocrinocytes (Fig.).

In the exocrine part of the pancreas of 4-month-old rats on CR, histomorphometric signs of decreased activity were observed. This was evidenced by a moderate decrease in the size of the acini, the area of exocrinocytes (by 13%; $p < 0.05$) and their cytoplasm (by 15%; $p < 0.05$), as well as a lower number of exocrinocytes (by 10%) compared with control. However, the number of nucleoli in these animals' cells was 29% higher ($p < 0.05$, Table 1).

Table 1

Morphometric indicators of the exocrine pancreas ($M \pm m$; $n=12$)

Indicators	4-month-old rats		16-month-old rats	
	Control	Caloric restriction	Control	Caloric restriction
Relative area of the exocrine part, %	75.2 ± 1.3	79.4 ± 1.7	72.2 ± 1.6	71.5 ± 1.8
Relative area of the connective tissue, %	$21.1 \pm 0.8^{**}$	$16.5 \pm 0.5^*$	25.3 ± 1.4	23.2 ± 1.4
Stromal-parenchymal index	$0.27 \pm 0.03^{**}$	$0.21 \pm 0.02^*$	0.34 ± 0.02	0.30 ± 0.03
Width of the connective tissue layers, μm : interlobular interacinus	$3.11 \pm 0.10^{**}$ $0.73 \pm 0.01^{**}$	$2.60 \pm 0.11^*$ $0.62 \pm 0.02^*$	3.79 ± 0.13 0.97 ± 0.02	$2.74 \pm 0.15^*$ $0.68 \pm 0.02^*$
Diameter of the acinus, μm	30.1 ± 0.7	28.1 ± 0.4	27.4 ± 0.6	30.5 ± 0.5
Cross-sectional area of the acinus, μm^2	$948 \pm 23^{**}$	870 ± 21	688 ± 15	$923 \pm 19^*$
Area, μm^2 : exocrinocyte nucleus cytoplasm Nuclear-cytoplasmic ratio	137.2 ± 4.7 19.0 ± 1.0 118.2 ± 3.8 0.161 ± 0.003	$119.6 \pm 3.1^*$ 19.1 ± 0.7 $100.5 \pm 2.8^*$ $0.190 \pm 0.006^*$	123.6 ± 2.7 17.5 ± 0.5 106.1 ± 2.4 0.165 ± 0.006	120.5 ± 4.9 $19.7 \pm 0.2^*$ 100.8 ± 4.3 $0.195 \pm 0.006^*$
Number of nucleoli in an exocrinocyte, pcs	1.53 ± 0.02	$1.97 \pm 0.04^*$	1.45 ± 0.06	$2.02 \pm 0.06^*$
Height of the epithelium of the acinus, μm	12.6 ± 0.1	12.9 ± 0.3	11.3 ± 0.2	12.5 ± 0.5
Number of exocrinocytes in the acinus, pcs	8.6 ± 0.3	7.8 ± 0.2	7.7 ± 0.2	8.6 ± 0.4

Note: here and in Table 2 * - $p < 0.05$ – compared to the control group; ** - $p < 0.05$ – compared to the control of 16-month-old rats.

In 16-month-old rats that were on CR, the area of the pancreas acinus was 34% larger ($p < 0.05$) than in control animals. The area of the exocrinocyte nuclei was also significantly larger (by 13%), which led to an increase in the nuclear-cytoplasmic ratio by 18% ($p < 0.05$). Hypertrophy of the nucleus and an increase in the nuclear-cytoplasmic ratio indicates, first of all, an increase in the functional activity of the cell. The number of nucleoli in the nuclei of exocrinocytes in these experimental rats was significantly larger by 39% than in the control. Since the main functions of the nucleoli include the synthesis of rRNA, from which ribosomal subunits are formed, it is believed that hyperplasia of the nucleoli indicates an increase in the protein-synthetic activity of exocrinocytes (Dubois, & Boisvert, 2016). The height of the acinar epithelium and the number of exocrinocytes located in them have tended to increase (Table 1). Thus, the nature and degree of severity of changes in the studied morphometric parameters of the pancreas, after exposure to CR, indicate an increase in the activity of its exocrine part in 16-month-old animals, and a slight decrease in 4-month-old rats.

The results of our studies have shown a decrease in the amount of connective tissue (CT) in both 4- and 16-month-old rats that were on CR. Thus, in the pancreatic tissue of 4-month-old experimental rats a significant decrease in the relative area of CT and the stromal-parenchymal index was noted by 22% compared to the control. The width of the interlobular and interacinus CT layers in these animals was significantly smaller by 16% and 15%, respectively. In the pancreas of 16-month-old experimental rats the CT area and the stromal-parenchymal index tended to decrease. And the width of the interlobular and interacinus CT layers in these animals was smaller by 28% and 30%, respectively ($p < 0.05$) (Table 1). Reducing the number of connective tissue elements in the pancreas tissue improves metabolism between acini.

Comparing histomorphometric indicators of the exocrine pancreas of control rats, a decrease in its activity with age was revealed. Thus, in 4-month-old rats a larger acinus area by 38% ($p < 0.05$) and a tendency to a increase in the area of exocrinocytes, their nuclei, epithelial height, the number

of nucleoli in cells and the number of exocrinocytes in acinus compared to 16-month-old animals was observed. Also, in the pancreas of young rats, a smaller amount of CT was shown, namely: a significantly smaller relative area of the CT by 17% and a stromal-parenchymal index by 21%, a smaller width of the interlobular and interacinus CT layers by 18% and 25%, respectively, than in adult animals (Table 1). This corresponds to the general pattern of a decrease in pancreas activity with age (Löhr, Panic, Vujasinovic, & Verbeke, 2018).

Differences were also observed in the endocrine pancreas of rats that were on CR. Thus, in the endocrine part of 4-month-old experimental rats a decrease in the area of the Langerhans islets by 16% ($p < 0.05$) was found. However, the density of endocrinocytes per unit area was significantly higher by 37% compared to the control. In 16-month-old experimental animals, the activity of the endocrine function increased. This was indicated by the following morphometric indicators: a significantly larger relative area of the endocrine part (by 112%), the number of pancreatic islets (by 32%), the size of the islets (area by 58%, diameter by 45%), and a larger number of endocrinocytes in them (by 58%) than in the control (Table 2; Fig. 2).

Table 2

Morphometric indicators of the endocrine pancreas ($M \pm m$; $n=12$)

Indicators	4-month-old rats		16-month-old rats	
	Control	Caloric restriction	Control	Caloric restriction
Relative area, %	$3.7 \pm 0.6^{**}$	4.1 ± 0.3	2.5 ± 0.5	$5.3 \pm 0.6^*$
Number of islets (by 0.25 mm^2), pcs	$1.14 \pm 0.05^{**}$	1.13 ± 0.06	0.92 ± 0.06	$1.21 \pm 0.08^*$
Area of the islet, μm^2	$13800 \pm 122^{**}$	$11567 \pm 135^*$	9525 ± 99	$15062 \pm 109^*$
Diameter of the islet, μm	$104.0 \pm 4.1^{**}$	91.7 ± 2.8	82.8 ± 3.9	$120.1 \pm 7.2^*$
Number of endocrinocytes in the islet, pcs	$142.9 \pm 4.3^{**}$	$164.1 \pm 10.6^*$	117.8 ± 10.8	$186.2 \pm 7.8^*$
Density of placement of endocrinocytes in the islet, units/ $1000 \mu\text{m}^2$	$10.4 \pm 0.7^{**}$	$14.2 \pm 0.5^*$	12.4 ± 0.2	12.4 ± 0.3

The concentration of glucose in the blood serum of adult rats was significantly reduced by 21% and did not change in young rats. That is, CR activates the endocrine pancreas in adult animals, and does not change its activity in young rats.

The endocrine pancreas in control rats of different ages had even greater differences. In 4-month-old animals, its area was significantly larger (by 48%), the area of pancreatic islets (by 45%), and the number of cells in them (by 21%) were observed to be larger than in 16-month-old rats (Table 2; Fig.).

Thus, we have shown that a 30% reduction in dietary caloric intake during 28 days has a positive effect on the pancreas of 16-month-old rats and generally improves vital indicators related to metabolism. The endocrine function of the gland increased to a much greater extent than the exocrine function. This is consistent with the data of other authors. So, Cheng et al. in experiments on mice with diabetes mellitus, which were on dosed nutritional deprivation, found a decrease in the symptoms of this pathology, activation of β -cell proliferation, normalization of insulin secretion and glucose homeostasis (Cheng et al., 2017). The work of He et al. provides data that rats received a diet reduced in calories by 30% had greater β -cell activity, as evidenced by early insulin secretion during the intraperitoneal glucose tolerance test. At the same time, the size of β -cells and their number in the Langerhans islets increased (He et al., 2012). Gao et al. showed that 40% CR affects β -cell dysfunction and insulin resistance, restores glucose homeostasis, and activates β -cell autophagy in mice (Gao et al., 2015). In addition, oxidative stress in the rats' pancreas was reduced as a result of CR exposure. Also, among the possible mechanisms of the positive effect of CR on the pancreatic endocrine part, there is a decrease in ATP production, which can modulate insulin sensitivity mediated by AMPK, in particular in the liver and skeletal muscles, which causes a decrease in blood glucose and, as a result, a decrease in insulin secretion by the pancreas (Pires et al., 2014).

In contrast, in young animals, CR slightly reduced the activity of the exocrine part of the gland. At the same time, the endocrine function of the pancreas remained unchanged. The literature data on the effect of CR on the morphofunctional state of the pancreas are insufficient for analysis. Similar results were obtained by other scientists when studying short-term fasting and a low-protein diet in young rats. Thus, with short-term fasting, the number of zymogenic granules decreased after just one day. Numerous secretory granules appeared in the apical cytoplasm. Autophagic activity increased. After 3 days of fasting, the level of pancreatic amylase was reduced. Early studies showed a decrease in the size of acinar cells and their nuclei, the number of mitochondria, zymogenic granules, and endoplasmic reticulum cisternae during fasting (Weisblum, Herman, & Fitzgerald, 1962). It is known from the literature that activation of autophagy is not a sign of a pathological process. It is a mechanism that mediates the degradation of “excess” cellular components and mobilizes necessary nutrients. It has been shown that autophagy is impaired after acute pancreatitis, leading to vacuolization of acinar cells and accumulation of trypsin. Fasting is believed to be a potent stimulator of autophagy, which reduces the severity of pancreatitis (Machado et al., 2024; Zhang, Gan, & Zhu, 2023).

Thus, a decrease in the volume of exocrinocyte cytoplasm and their area with an increase in the number of nucleoli can be considered as an adaptive response to CR. The lack of effect of CR on the function of the endocrine pancreas of young animals casts doubt on its positive effect immediately after application. Consequently, the analysis of the literature once again confirms the ambiguity of data regarding the morphofunctional state of the pancreas of animals on CR, which necessitates the continuation of research in this direction and the disclosure of the mechanisms of the influence of fasting on the activity of the gland.

Conclusions. It was found that the age-related difference in the obtained histomorphometric parameters of the pancreas after the influence of dosed food restriction on the functional activity of the pancreas is closely related to its initial state in young and adult rats. A 30% reduction in caloric intake (for 28 days) had a positive effect on the pancreas of 16-month-old rats, in which it was reduced before the start of the experiment. The endocrine function of the gland increased to a much greater extent than the exocrine function. In 4-month-old animals, caloric restriction negatively affected the activity of the exocrine function of the gland. And the lack of effect of caloric restriction on the function of the endocrine pancreas in young animals casts doubt on its positive effect immediately after application.

The results obtained can be used for further studies of the feasibility of using dosed caloric restriction to correct age-related changes in pancreatic function. In the future, we plan to investigate the effect of other caloric restriction regimens, as well as to clarify the mechanisms of its action on the pancreas.

REFERENCES

- Avilkina, V., Chauveau, C., & Ghali Mhenni, O. (2022). Sirtuin function and metabolism: Role in pancreas, liver, and adipose tissue and their crosstalk impacting bone homeostasis. *Bone*, 154, 116232. DOI: 10.1016/j.bone.2021.116232
- Chen, Y. R., Lai, Y. L., Lin, S. D., Li, X. T., Fu, Y. C., & Xu, W. C. (2013). SIRT1 interacts with metabolic transcriptional factors in the pancreas of insulin-resistant and calorie-restricted rats. *Mol Biol Rep.*, 40 (4), 3373-3380. DOI: 10.1007/s11033-012-2412-3
- Cheng, C. W., Villani, V., Buono, R., Wei, M., Kumar, S., Yilmaz, O. H. ... Longo, V. D. (2017). Fasting-Mimicking diet promotes Ngn3-Driven b-cell regeneration to reverse diabetes. *Cell*, 168 (5), 775-788. DOI: 10.1016/j.cell.2017.01.040
- Di Francesco, A., Deighan, A. G., Litichevskiy, L., Chen, Z., Luciano, A., Robinson, L. ... Churchill, G. A. (2024). Dietary restriction impacts health and lifespan of genetically diverse mice. *Nature*, 634 (8034), 684-692. DOI: 10.1038/s41586-024-08026-3
- Dubois, M. L., & Boisvert, F. M. (2016). The Nucleolus: Structure and function. *The Functional Nucleus*, 23, 29-49. DOI: 10.1007/978-3-319-38882-3_2
- Gao, X., Yan, D., Zhao, Y., Tao, H., & Zhou, Y. (2015). Moderate calorie restriction to achieve normal weight reverses β -cell dysfunction in diet-induced obese mice: involvement of autophagy. *Nutrition & Metabolism*, 12, 34. DOI: 10.1186/s12986-015-0028-z
- Green, C. L., Lammings, D. W. & Fontana, L. (2022). Molecular mechanisms of dietary restriction promoting health and longevity. *Nat Rev Mol Cell Biol.*, 23 (1), 56-73. DOI: 10.1038/s41580-021-00411-4
- He, X. Y., Zhao, X. L., Gu, Q., Shen, J. P., Hu, Y., & Hu, R. M. (2012). Calorie restriction from a young age preserves the functions of pancreatic β cells in aging rats. *Tohoku J Exp Med.*, 227 (4), 245-252. DOI: 10.1620/tjem.227.245
- Hossain, M. A., Mostofa, M., Awal, M. A., Chowdhury, E. H., & Sikder, M. H. (2014). Histomorphological and morphometric studies of the pancreatic islet cells of diabetic rats treated with aqueous extracts of *Momordica charantia* (karela) fruits. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4 (2), S698-S704. DOI: 10.1016/S2222-1808(14)60710-6

- Jaster, R., Gupta, Y., Rohde, S., Ehlers, L., Nizze, H., Vorobyev, A. ... Ludwig Saleh M. Ibrahim. (2020). Impact of diet and genes on murine autoimmune pancreatitis. *J Cell Mol Med.*, 24 (15), 8862-8870. DOI: 10.1111/jcmm.15540
- Kehm, R., König, J., Nowotny, K., Jung, T., Deubel, S., Gohlke, S. ... Höhn, A. (2018). Age-related oxidative changes in pancreatic islets are predominantly located in the vascular system. *Redox Biol.*, 15, 387-393. DOI: 10.1016/j.redox.2017.12.015
- Löhr, J. M., Panic, N., Vujasinovic, M., & Verbeke, C. S. (2018). The ageing pancreas: a systematic review of the evidence and analysis of the consequences. *J Intern Med*, 283 (5), 446-460. DOI: 10.1111/joim.12745
- Machado, MC. C., Koike, M. K., Barbeiro, D. F., & Soriano, F. G. (2024). Fasting-induced autophagy reduces the severity of acute pancreatitis in a rodent model. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 28 (12), 2116-2117. DOI: 10.1016/j.gassur.2024.09.004
- Matsuda, Y. (2018). Age-related pathological changes in the pancreas. *Front Biosci (Elite Ed)*, 10 (1), 137-142. DOI: 10.2741/e813
- McCay, C. M., Crowell M. P., & Maynard, L. A. (1935). The effect of retarded growth upon the length of life span and upon the ultimate body size. *The Journal of nutrition*, 63-80.
- Pires, R. C., Souza, E. E., Vanzela, E. C., Ribeiro, R. A., Silva-Santos, J. C., Carneiro, E. M. ... Amaral, M. E. (2014). Short-term calorie restriction improves glucose homeostasis in old rats: involvement of AMPK. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 39 (8), 895-901. DOI: 10.1139/apnm-2013-0520
- Rehfeld, A., Nylander, M., & Karnov, K. (2017). Histological Methods. In *Compendium of Histology*. Springer, Cham., 11-24. DOI: 10.1007/978-3-319-41873-5_2
- Sharma, M. K., Priyam, K., Kumar, P., Garg, P. K., Roy, T. S., & Jacob, T. G. (2022). Effect of calorie-restriction and rapamycin on autophagy and the severity of caerulein-induced experimental acute pancreatitis in mice. *Frontiers in Gastroenterology*, 1, 977169. DOI: 10.3389/fgstr.2022.977169
- Szczerba, E., Barbaresko, J., Schiemann, T., Stahl-Peche, A., Schwingshackl, L., & Schlesinger, S. (2023). Diet in the management of type 2 diabetes: umbrella review of systematic reviews with meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ Med.*, 2 (1), e000664. DOI: 10.1136/bmjmed-2023-000664
- Taylor, R. (2019). Calorie restriction for long-term remission of type 2 diabetes. *Clin Med (Lond)*, 19 (1), 37-42. DOI: 10.7861/clinmedicine.19-1-37
- Weisblum, B., Herman, L., & Fitzgerald, P. J. (1962). Changes in pancreatic acinar cells during protein deprivation. *J Cell Biol.*, 12 (2), 313-327. DOI: 10.1083/jcb.12.2.313
- Yanko, R., Levashov, M., Chaka, E., & Safonov S. (2020). Histomorphological changes in the rat pancreas after methionine administration. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 35, 117-123. DOI: 10.26565/2075-5457-2020-35-13 [in Ukrainian].
- Zhang, T., Gan, Y., & Zhu, S. (2023). Association between autophagy and acute pancreatitis. *Front Genet*, 14, 998035. DOI: 10.3389/fgene.2023.998035

СТРУКТУРНІ ВІДМІННОСТІ ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ПІСЛЯ ВПЛИВУ ДОЗОВАНОГО ОБМЕЖЕННЯ ХАРЧОВОГО РАЦІОНУ

Р. В. Янко¹, П. К. Цапенко², М. І. Левашов³, В. І. Портніченко⁴

^{1,2,4}Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України

³Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України

Відомо, що з віком відбувається зниження активності підшлункової залози. Так, зменшується її ферментативна активність та обсяг панкреатичного соку, а також знижується активність острівцевого апарату. Тому пошук факторів стимуляції функції підшлункової залози є перспективним дослідженням. Одним із таких перспективних немедикаментозних методів є дозоване обмеження раціону. Проте, отримані літературні дані часто неоднозначні. На інтерпретацію отриманих даних може впливати вік тварин. Метою нашої роботи було дослідити і порівняти структурні зміни підшлункової залози у щурів різного віку, які перебували на зниженому раціоні харчування, а також оцінити доцільність його використання в якості профілактичного засобу при зниженні функції залози. Експерименти були проведені на 48 щурах-самцях лінії Вістар. Вік тварин на початку дослідження становив 3 і 15 міс. Дослідні тварини протягом 28 діб отримували знижений по масі (на 30%) раціон харчування. З центральної частини (тіла) підшлункової залози брали зразки тканини для гістологічних досліджень. В сироватці крові визначали концентрацію глюкози. Виявлено морфофункціональні ознаки підвищення активності підшлункової залози у 16-міс щурів, які отримували обмежений раціон харчування. Насамперед зростала ендокринна функція залози. У 4-міс тварин вплив обмеженого харчування дещо знижував активність екзокринної частини залози, та не змінював активність ендокринної функції. Відмічено зниження кількості сполучнотканинних елементів в підшлунковій залозі як у молодих, так і в дорослих дослідних щурів. Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень ефективності використання дозованого обмеженого харчування при зниженні функції підшлункової залози, які пов'язані з віком.

Ключові слова: дозоване обмежене харчування, підшлункова залоза, вік, щури.

ЮВІЛЕЇ

НАТХНЕННА НАУКОЮ, СИЛЬНА ПРАЦЕЮ: ДО 50-РІЧЧЯ КАНДИДАТА БІОЛОГІЧНИХ НАУК, ДОЦЕНТА ГОМЛІ ЛЮДМИЛИ МИКОЛАЇВНИ

Є особистості, чий життєвий шлях – це не лише послідовний приклад цілеспрямованості, ви та високої відповідальності перед науковою і освітянською спільнотою. кандидат біологічних наук, екології та методики навчання природничих наук та міжнародного педагогічного Королєнка Людмила Миколаївна 2025 року відзначила свій

50-річчя науково-педагогічної діяльності. Її науково-педагогічна діяльність – це глибока відданість природничим наукам, рідного краю та усвідомлене збереження його біологічного багатства. Багато років вона самотужки науки, освіти та просвіти, досвід і натхнення студентам, учителям, колегам та однодумцям.

Початок професійного шляху Людмили Миколаївни сягає 1992 року, коли вона вступила на природничий факультет Полтавського державного педагогічного університету імені В. Г. Короленка за спеціальністю «Хімія і біологія». Завдяки наполегливості у навчанні, високій мотивації та глибокому інтересу до природничих наук вона закінчила університет з відзнакою.

Ще в студентські роки Людмила Миколаївна проявила себе як здібна дослідниця, відповідальна й ініціативна особистість, яка активно долучалася до наукової діяльності факультету. У 1995 році вона стала першою Каришинською стипендіаткою, ця відзнака засвідчила її значний науковий потенціал та активну участь у житті університетської спільноти.

Уже під час навчання на п'ятому курсі вона успішно поєднувала здобуття фахової освіти з практичною діяльністю, працюючи лаборантом кафедри ботаніки. Завдяки високому рівню підготовки та прагненню до науково-педагогічної кар'єри у 1997 році вона була призначена на посаду асистента кафедри, що стало важливим етапом у формуванні її як фахівця в галузі ботаніки та викладача вищої школи.

У 2000-2003 роках Людмила Миколаївна навчалася в аспірантурі Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова під науковим керівництвом кандидата біологічних наук, доцента Л. Г. Оляницької. Результатом багаторічної польової, гербарної та аналітичної роботи стала кандидатська дисертація «Рослинність долини річки Хорол та її флористичні і соціологічні особливості», яку було успішно захищено у 2005 році засіданні спеціалізованої вченої ради у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України. Дослідження стало вагомим внеском у вивчення регіональної флори та охорону рідкісних видів.



її професійний шлях розвитку, а й яскравий любові до обраної справи перед науковою і освітою. Саме такою постаттю є доцент кафедри ботаніки, біології факультету природничих наук Полтавського державного університету імені В. Г. Миколаївна Гомля, яка 17 лютого 2025 року відзначила свій 50-річний ювілей.

Її діяльність є втіленням глибини науки, щирої любові до природи, відповідальності за майбутнє нашої планети. Промовиддано працює на педагогічній, науковій, громадській, передаючи

Після повернення з аспірантури Людмила Миколаївна працювала спочатку на посаді асистента, а з листопада 2004 р. по жовтень 2005 р. – старшого викладач кафедри ботаніки. З 2007 року і до сьогодні вона обіймає посаду доцента кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, активно бере участь в удосконаленні освітніх програм, впровадженні інноваційних методик викладання, розвитку наукового потенціалу студентства. Багато років поспіль, з 2005 по 2015 рр., обіймала посаду заступника декана з навчальної роботи заочного відділення природничого факультету, демонструючи високий рівень організаторських здібностей та людяності. З 2013 року – Голова Полтавського обласного осередку Міжнародної асоціації екологів університетів.

З 2019 року вона є членом редакційної колегії наукового журналу «Біологія та екологія». Завдяки її зусиллям і редакційній сумлінності журнал не лише зберігає високу якість наукового контенту, а й активно залучає нове покоління авторів.

Сьогодні Людмила Миколаївна – гарант освітньої програми «Екологія» бакалаврського та магістерського освітніх рівнів спеціальності Е2 Екологія, що відповідає сучасним викликам та інтегрує екологічну освіту в національний і світовий науковий контекст. Вона є куратором наукового гербарію кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології, а також очолює раду з організації виховної діяльності Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. Її науковий доробок становить понад 300 публікацій: наукових статей, навчально-методичних матеріалів, програм курсів і практикумів. Вона є співавторкою монографії «Флора вищих судинних рослин Полтавського району» (у двох виданнях), яка є унікальним регіональним флористичним зведенням. Вона очолює студентську наукову проблемну групу «Вивчення рослинності річкових долин Полтавщини». Коло її наукових інтересів охоплює ботаніку, охорону природи, гербарну справу, методику викладання біології. Її польові дослідження та зразкове ведення гербарного фонду кафедри стали методичною основою для численних курсових, бакалаврських та магістерських робіт студентів. Вона неодноразово запрошувалася до участі у складі журі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт і обласної олімпіади з біології.

За багаторічну працю, вагомий особистий внесок у розвиток освіти і науки, формування екологічної культури молоді Людмила Миколаївна удостоєна численних відзнак: грамота Головного управління освіти і науки Полтавської обласної державної адміністрації (2009 р.); диплом Міжнародної асоціації екологів університетів (2013 р.); подяки голови м. Полтава (2009 р., 2014 р.); Почесна грамота Полтавської обласної державної адміністрації (2016 р.); подяка Національної академії педагогічних наук України (2017 р.); Почесна грамота Полтавської обласної ради (2021 р.); подяка Полтавської обласної ради (2021 р.); подяка Міністерства освіти і науки України (2024 р.); подяка Національної академії педагогічних наук України (2024 р.). Але найбільшою нагородою для неї є повага колег, любов студентів і відчуття причетності до великої справи – виховання нової генерації науковців та вчителів.

У день 50-річного ювілею колеги, друзі, студенти та наукова спільнота висловлюють найщиріші слова вдячності Людмилі Миколаївні Гомлі за її самовіддану працю, невичерпну енергію, благородну місію науковця й педагога. Нехай кожен новий день приносить натхнення, нові ідеї та щедрі плоди праці, а життєвий і професійний шлях буде освітлений вдячністю учнів, пошаною колег, гармонією в родині й теплотою людських сердець. Щиро бажаємо Вам міцного здоров'я, невичерпної енергії, творчого натхнення та сил для реалізації найсміливіших ідей і задумів.

Сагайдак В. Р.

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ

СВІТЛІЙ ПАМ'ЯТІ ДМИТРА ВАСИЛЬОВИЧА ДУБИНИ (1949–2025)

23 березня 2025 року ві-український ботанік, головник відділу геоботаніки та ім. М.Г. Холодного НАН України, професор, лауреат у галузі науки і техніки державної премії України та багаторічний член редакційного видання "Біологія та екологія" Дмитро Васи-

Дмитро Васильович Дубина народився 17 квітня 1949 р. в селі Слобода (район Черкаського району Черкаської області). Він навчався в Черкаському державному педагогічному інституті імені Богдана Хмельницького, де захопився вивченням ботаніки і під керівництвом О.Н. Моляки розпочав вивчення флори і рослинності Кременчуцького водосховища. Дмитро Васильович вступив до аспіран-



блiканського ботанiчного УРСР, а в 1976 р. в цiй установi пiд керiвництвом видатного вiтчизняного ботанiка, доктора бiологiчних наук, професора Сигiзмунда Семеновича Харкевича захистив кандидатську дисертацiю на тему "Лататтєвi України (видовий склад, поширення, запаси, бiологiя, рацiональне використання, охорона i збагачення)". Згодом вiн був обраний на посаду молодшого наукового співробітника вiддiлу природної флори ЦРБС iменi М.М. Гришка АН УРСР та виконував обов'язки вченого секретаря цiєї установи.

В 1978 р. Дмитро Васильович був запрошений член-кореспондентом АН УРСР (згодом – академіком НАН України) Юрієм Романовичем Шелягом-Сосонком на посаду молодшого наукового співробітника вiддiлу геоботанiки Інституту ботанiки АН УРСР i саме з цiєю установою була пов'язана уся подальша наукова дiяльнiсть Д.В. Дубини. В 1992 році пiд керiвництвом Ю.Р. Шеляга-Сосонка Дмитро Васильович захистив докторську дисертацiю "Плавнево-лiторальнi фiтосистеми Пiвнiчного Причорномор'я", а в 2004 отримав вчене звання професора.

Основні наукові досягнення Д.В. Дубини пов'язані з дослідженням вищої водної, повітряно-водної та галофітної рослинності України. Розпочавши під час навчання в Черкаському педагогічному інституті з вивчення видового і ценотичного складу рослинності Кременчуцького водосховища, її динаміки та продуктивності, Дмитро Васильович спрямував свої зусилля на поглиблене подальше вивчення синтаксономії, природних і антропогенних змін, розроблення наукових засад збереження фітоценозів вищої водної і повітряно-водної рослинності як своєрідного і вкрай недостатньо вивченого на той час в Україні типу природних екосистем і згодом став одним з кращих фахівців з питань класифікації перезволожених екоотопів не тільки в Україні, а й у всій Європі. Його одноосібна монографія "Вища водна рослинність. Класи *Lemnetea*, *Potametea*, *Ruppietea*, *Zosteretea*, *Isöeto-Littorelletea* (*Eleocharicion acicularis*, *Isöetion lacustris*, *Potamion graminei*, *Sphagno-Utricularion*), *Phragmito-Magnocaricetea*

дiйшов у засвiти видатний вний науковий співробіт-екологiї Інституту ботанiки України, доктор бiологiчат Державної премії Україта багаторічний член ре-фахового видання "Біологія льович Дубина.

біна народився 17 квітня ніше – Червона Слобода) каської області. В 1966–1971 кому державному педа-Богдана Хмельницького, де таніки і під керівництвом О.Н. Моляки розпочав ви-ті прибережних ділянок та водосховища. В 1972 р. Д.В. тури Центрального респуб-саду імені М.М. Гришка АН

(*Glycerio-Sparganion*, *Oenanthion aquaticae*, *Phragmition communis*, *Scirpion maritimi*)" з серії "Рослинність України", що вийшла друком в 2006 р., нині є настільною книгою для всіх вітчизняних геоботаніків, які займаються питаннями вивчення вищої водної та повітряно-водної рослинності в окремих регіонах України. Вагомим є й внесок Д.В. Дубини у вивчення особливостей біології, екології та хорології окремих представників водної флори – не лише видів родів *Nuphar* Sm. і *Nymphaea* L., яким була присвячена його кандидатська дисертація (згодом оформлена як одноосібна монографія "Кувшинковые Украины" і опублікована в 1982 р.), а й багатьох інших. В 1993 р. за участю Дмитра Васильовича спільно з колегами з Чехії, Словаччини та України вийшла друком колективна монографія "Макрофиты – индикаторы изменений природной среды", яка стала першим фундаментальним узагальненням наявної інформації про морфологічні, географічні, еколого-біологічні та господарські особливості видів водних макрофітів.

Ще одним важливим аспектом наукових досліджень Дмитра Васильовича Дубини стало вивчення рослинності приморських екосистем України. В його роботах постійно підкреслювалася унікальна роль плавнево-літоральних ландшафтів півдня України, які формуються на місці впадіння великих прісноводних річок (Дунаю, Дністра і Дніпра) в Чорне море, та необхідність їх детального геоботанічного дослідження та збереження в системі природно-заповідного фонду України. Надзвичайно вагомим є внесок Д.В. Дубини у вивчення флори та рослинності плавнево-літоральних екосистем Північного Причорномор'я, ним було здійснено аналіз флори цих фітосистем, розроблено класифікацію рослинності, виділено основні закономірності її динаміки та запропоновано комплекс заходів для охорони фітогенофонду і фітоценофонду. Ці результати були спочатку узагальнені в монографії "Плавни Причерноморья" (опубліковано в 1989 р. у співавторстві з Ю.Р. Шелягом-Сосонком), а згодом знайшли своє логічне продовження у подальших дослідженнях Д.В. Дубини в 1990–2000-их роках. Їхнім наслідком стали колективні монографії "Биоразнообразие Джарылгача: Современное состояние и пути сохранения" (2000), "Дунайський біосферний заповідник. Рослинний світ" (2003), "Класифікація та продромус рослинності водойм, переволожених території та арен Північного Причорномор'я" (2004) тощо.

Надзвичайно вагомим є внесок Дмитра Васильовича Дубини у розвиток вітчизняної фітосозології. За його активної участі було створено Дунайський біосферний заповідник, Азово-Сиваський національний природний парк та низку природно-заповідних об'єктів нижчого рангу. Він долучився до підготовки колективної монографії "Зеленая книга Украинской ССР: Редкие, исчезающие и нуждающиеся в охране растительные сообщества" (1987), а згодом став одним з основних авторів "Зеленої книги України" (2009), яка отримала статус офіційного видання Міністерства захисту довкілля і природних ресурсів України і державного документу, брав участь у розробленні екомережі степової і лісостепової зон України, був одним з авторів у третьому виданні "Червоної книги України".

В 2019 році під безпосереднім керівництвом Дмитра Васильовича Дубини та за його спільною з Т.П. Дзюбою редакцією був опублікований "Продромус рослинності України" – фундаментальна колективна праця, яка узагальнила відомості про синтаксономію усіх типів рослинності України на основі методу Ж. Браун-Бланке та містить докладну характеристику усіх виділених класифікаційних одиниць (від класів рослинності до окремих асоціацій).

Наукова і науково-організаційна діяльність Дмитра Васильовича Дубини в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України була високо оцінена багатьма його колегами. В 2005 р. спільно з колегами за цикл наукових праць "Розроблення наукових засад і практичних рекомендацій збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку України" він отримав Державну премію в галузі науки і техніки. Також він неодноразово був нагороджений почесними грамотами і подяками від Президії НАН України, Центрального комітету профспілки працівників НАН України, дирекції Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Як член Вченої ради Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України і спеціалізованих

вчених рад із захисту дисертацій в Інституті ботаніки та Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України він завжди брав активну участь у роботі їх засідань. Під керівництвом Д.В. Дубини було успішно захищено 17 кандидатських дисертацій.

До останніх днів свого життя Дмитро Васильович продовжував дослідження рослинного покриву України, разом з колегами завершував роботу на рукописом монографії "Піонерна рослинність України. Класи *Crithmo-Staticetea*, *Cakiletea maritimae*, *Ammophiletea arundinaceae*, *Helichryso-Crucianelletea maritimae*, *Festucetea vaginatae*, *Koelerio-Corynepharetea canescentis*, *Thero-Salicornietea*, *Crypsietea aculeatae*, *Isoëto-Nanojuncetea*, *Bidentetea*", що стане черговим томом серії "Рослинність України" і буде опубліковано незабаром. Його наукову спадщину складають понад 500 публікацій, присвячених різним аспектам фітоценології, флористики, фітоєкології та фітосозології. Світла пам'ять та теплі спогади про Дмитра Васильовича Дубину назавжди лишаться у серцях усіх тих, хто його знав особисто, а також в його численних наукових працях, які є фундаментальним внеском у розвиток української ботаніки.

Давидов Д. А.

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

АТЕМАСОВ Андрій Анатолійович – доктор філософії з екології, старший науковий співробітник кафедри зоології та екології тварин Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

АТЕМАСОВА Тетяна Андріївна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології та екології тварин Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

ВОВКАНИЧ Любомир Степанович – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри анатомії та фізіології Львівського державного університету фізичної культури імені Івана Боберського.

ГОМЛЯ Людмила Миколаївна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

ДАВИДОВ Денис Анатолійович – кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу геоботаніки та екології Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

ДІДУХ Яків Петрович – академік НАН України, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу геоботаніки та екології Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

ДЯЧЕНКО-БОГУН Марина Миколаївна – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

КОВАЛЬ Андрій Анатолійович – старший викладач кафедри соціальної роботи та спеціальної освіти Полтавського інституту економіки і права Університету «Україна».

КОМІСОВА Тетяна Євгеніївна – кандидат біологічних наук, професор, завідувач кафедри анатомії та фізіології людини імені проф. Я. Р. Синельникова Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди.

КОНОНЕНКО Денис Андрійович – аспірант кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

КРАСОВСЬКИЙ Володимир Васильович – кандидат біологічних наук, директор Хорольського ботанічного саду.

ЛЕВАШОВ Михайло Іванович – доктор медичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу клінічної фізіології сполучної тканини Інституту фізіології імені О. О. Богомольця НАН України.

МАХІНЬКО Роман Григорович – аспірант кафедри екології Поліського національного університету.

МЕЛЬНИКОВ Ігор Владиславович – аспірант кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

ПАШКЕВИЧ Наталія Анатоліївна – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

ПЕРЕРВА Владислав Миколайович – аспірант кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

ПОРТНІЧЕНКО Володимир Ілліч – доктор медичних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділом фізіології та патології екстремальних станів Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України.

РОЗЕНБЛІТ Юлія Василівна – кандидат біологічних наук, науковий співробітник Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

РОКОТЯНСЬКА Вікторія Олексівна – кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

САГАЙДАК Віталіна Романівна – аспірантка, асистентка кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

ФЕДЬКІВ Марія Романівна – аспірантка кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка.

ФІЦАЙЛО Тетяна Василівна – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

ХАРЧЕНКО Людмила Павлівна – доктор біологічних наук, професор кафедри біології, здоров'я людини та фізичної реабілітації Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

ЦАПЕНКО Петро Константинович – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фізіології та патології екстремальних станів Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України.

ШКУРА Тетяна Володимирівна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

ЯНКО Роман Васильович – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фізіології та патології екстремальних станів Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України.

ВИМОГИ ДО АВТОРІВ

Науковий фаховий журнал «**Біологія та екологія**» публікує оригінальні матеріали за результатами досліджень у різних галузях біології та екології, а також короткі повідомлення, огляди і рецензії.

Робочі мови журналу – українська, англійська, німецька, польська. Порядок розміщення рукопису матеріалів:

- ♦ у верхньому лівому куті

- (вирівнювання за лівим краєм, кожен підпункт із нового рядка без пробілів):

- 1) гриф УДК;

- 2) ініціали та прізвище автора (авторів);

- 3) повна назва установи, у якій виконано дослідження;

- 4) адреса для листування;

- 5) електронна адреса (стиль – курсив);

- 6) 16-значний ідентифікатор дослідника ORCID.

- ♦ через пробіл:

- 7) **назва роботи** (від центру прописними літерами, стиль – напівжирний);

- 8) **анотація та ключові слова** (5–7) українською мовою (для україномовної статті) або англійською мовою (для статті іншими, окрім української, мовами) (стиль – курсив, вирівнювання за шириною);

- 9) **основний текст статті** (мови тексту – українська, англійська, німецька, польська);

- 10) **список використаної літератури** (для статті українською мовою) або **References** (для статті іншими, окрім української, мовами);

- 11) **анотація англійською мовою** (або українською мовою, якщо основний текст статті подано англійською, німецькою чи польською мовами), що наводиться разом із такими елементами:

- ♦ назва статті (від центру прописними літерами, стиль напівжирний);

- ♦ ініціали та прізвища авторів (вирівнювання по центру, регістр – починати із прописних);

- ♦ назва установи, у якій виконано дослідження (вирівнювання по центру,

- ♦ регістр – починати із прописних);

- ♦ текст анотації та ключові слова, повністю ідентичні таким альтернативною мовою перед текстом статті (вирівнювання за шириною).

- 12) **References** (для статті українською мовою);

- 13) в окремому файлі – **відомості про авторів**.

Структура статті. Текст статті повинен містити такі розділи (обов'язкові для методичних та експериментальних статей).

Вступ. Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями, а також наступними дослідженнями та публікаціями. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Формулювання мети дослідження.

Матеріали та методи. Стислий опис шляхів і засобів отримання наукових результатів.

Результати та їх обговорення. Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням одержаних наукових результатів та їх обговорення.

Висновки. Короткий підсумок отриманих результатів. Наукова новизна, теоретичне і практичне значення, можливе впровадження, перспективи наукових розробок у даному напрямку.

Вимоги до оформлення статті:

- ♦ текстовий редактор Microsoft Word без автоматичного й ручного розподілу переносів;
- ♦ гарнітура – Times new Roman;
- ♦ кегль – 14 пт;
- ♦ міжрядковий інтервал – 1,5 пт;
- ♦ формат – A4;
- ♦ поля з усіх країв – по 2 см;
- ♦ відступ абзацу – 1,25 см;
- ♦ вирівнювання тексту – за шириною;
- ♦ обсяг публікації (разом із таблицями, рисунками, списком літератури і анотаціями) не повинен перевищувати 15 сторінок – для експериментальної статті або 20 сторінок – для оглядової статті; рукописи більшого обсягу приймаються тільки після попереднього узгодження з редколегією.

Таблиці великого розміру подаються на окремих сторінках, невеликого розміру розміщуються по тексту, від якого відділяються пробілом. Текст у таблицях набирається розміром 12 пт через один інтервал, назви таблиць виділяються напівжирним стилем. За необхідності до таблиць додаються пояснення або примітки.

Графічні об'єкти подаються у форматі *.eps (CMYK, GRAYSCALE), фотографії, діаграми та графіки – у форматі *.jpeg (300 dpi). Рисунки виконуються у відтінках сірого, у діаграмах та графіках рекомендується використовувати різнотекстурні заливки на основі чорного та білого кольорів, рамки та заливки фону не допускаються. Діаграми та графіки також додатково подаються у файлах тих програм, у яких були створені (*.doc, *.xls та ін.). Нумерація таблиць і графічних об'єктів (Таблиця 1, Рис. 1) та посилання на них по тексту (табл. 1, рис. 1) є обов'язковими. Заголовки таблиць та графічних об'єктів подаються кеглем шрифту основного тексту статті (14 пт) і виділяються **напівжирним стилем**.

Назви біологічних видів і родів у тексті подаються латиною і *виділяються курсивом*. Автори видів і родів наводяться лише при першому згадуванні виду і курсивом не виділяються.

Формули слід набирати у редакторі Microso[®] Equation, розмір знаків має бути співрозмірним шрифту основного тексту статті.

Фізичні величини наводяться в одиницях СІ. Значення фізичної величини і одиницю виміру (окрім % і °C) обов'язково розділяти пробілом, використовуючи для цього «нерозривний пробіл» – поєднання клавіш <Ctrl+Shi[®]+пробіл> (2 м, 15,5 кг).

Лапки використовувати лише друкарські: « ».

Для позначення апострофу потрібно використовувати символ «'» (поєднання клавіш <Alt+0146>).

У тексті слід розрізняти символи тире та дефіс. Використовувати потрібно тільки «коротке тире», у тому числі при позначенні діапазонів: С. 25–32; у листопаді–грудні; у 2012–2014 рр.; у табл. 1–2 і т.п. При наведенні діапазону між числами та тире пробіли не використовуються; в інших випадках перед і після тире слід вставляти один пробіл.

У десяткових дробах потрібно використовувати кому, а не крапку. Знак множення не до- пускається заміняти літерою «х», а слід позначати символом «×».

Анотація повинна відбивати отримані результати і головні висновки статті та передавати читачеві основну її сутність. Мінімальний обсяг текстової частини анотації становить 1800 символів (разом із ключовими словами). Резюме всіма мовами має бути ідентичним.

Список використаних джерел має бути оформлений згідно вимог Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання» <http://lib.pnpu.edu.ua/les/dstu-8302-2015.pdf>.

Окремим блоком розміщується іншомовна використана література (англійською, французькою, польською, німецькою та ін.) за латинським алфавітом. Іншомовні джерела прописуються мовою оригіналу, але за вимогами ДСТУ 8302:2015.

Кожне джерело, яке наведено або процитовано в публікації, необхідно відобразити у списку використаних джерел. Не дозволяється включати у список використаних джерел публікації на які немає посилань і цитування у тексті статті.

Цитований матеріал наводиться в алфавітному порядку за прізвищем автора або назви джерела і не нумерується! Якщо зазначено кілька робіт одного й того ж автора, тоді записи розташовуються за алфавітом назв робіт.

Обов'язково потрібно вказувати **ідентифікатори DOI або URL** для всіх процитованих джерел, для яких вони існують.

Кожен бібліографічний опис джерела починається з нового рядка з вирівнюванням по ширині без відступів.

Якщо бібліографічний опис джерела займає кілька рядків, тоді перший рядок опису вирівнюється по ширині без відступів, а наступні рядки – з відступом у 1,25 см. (див. у наведених зразках опису документів).

References – транслітерований (прописаний латинськими літерами) список бібліографічних джерел. **References** наводиться окремим блоком і повністю повторює **список використаних джерел**. Іншомовні джерела, в разі їх наявності, у **References** не транслітеруються. **References** укладається згідно вимог міжнародного бібліографічного стандарту **APA** (Американська психологічна асоціація) (<http://www.apastyle.org/>), де всі кириличні назви статей та книг транслітеруються латинськими літерами (доцільно користуватися онлайн-конвертерами для української мови <https://slovyk.ua/translit.php>) та перекладаються англійською мовою.

Джерела інформації у **References** розміщуються в алфавітному порядку за прізвищем **автора (редактора/укладача, якщо немає автора)** – в цьому велика відмінність від **Списку використаних джерел**. Якщо матеріал не має автора, його необхідно розмістити за алфавітом назви. Бібліографічні описи не нумеруються!

Кожна транслітерована назва бібліографічного посилання має бути прописана курсивом і розширена англomовним перекладом (назва статті, книги, журналу, конференції). При цьому переклад береться у квадратні дужки і розміщується одразу після транслітерованої назви. Якщо кілька робіт одного й того ж автора (редактора/упорядника), тоді записи розташовуються в хронологічному порядку за роками видання у порядку зростання.

У транслітерованих бібліографічних описах у дужках необхідно вказати мову оригіналу літературного джерела – **[in Ukrainian]**.

Цитування в тексті – внутрішньотекстове посилання містить інформацію про автора праці що цитується без ініціалів (редактора/укладача/назву цитованого джерела, якщо автор відсутній), рік видання та сторінковий інтервал (номери сторінок, з яких наводиться цитата). Сторінковий інтервал дозволяється не вказувати, якщо не наводиться цитата, а висловлюється якась ідея чи посилання на роботу в цілому.

Нижче наведено приклади бібліографічних описів документів для розміщення у **Списку використаних джерел, References** та приклади цитувань (внутрішньотекстове посилання) за різними типами матеріалів.

Окреме видання одного автора (книги)

Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів : монографія. Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ,

2005. 276 с.

Tarasov, V. V. (2005). *Flora Dnipropetrovskoi ta Zaporizkoi oblastei. Sudynni roslyny. Biolo-ho-ekolohichna kharakterystyka vydiv* [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhzhya regions. Vascular plants. Biological and ecological characteristics of species]. Dnipropetrovsk: Vyd-vo DNU [in Ukrainian].

Цитування в тексті: Дослідження флори Дніпропетровської та Запорізької областей (Тарасов, 2005)..., або: ...беручи до уваги дослідження флори Тарасова (2005)...

Леонтьєв Д. В. Флористичний аналіз у мікології : підручник. Харків : Основа, 2007. 160 с.

Leontiev, D. V. (2007). *Florystychnyi analiz u mikolohii* [Floristic analysis in mycology]. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].

Цитування в тексті: Підручник з флористичного аналізу у мікології (Леонтьєв, 2007), широко використовується у..., або : ...мікологічний аналіз Леонтьєва (2007)...

Окреме видання декількох авторів (до семи)

Некрутенко Ю. П., Чиколовець В. В. Денні метелики України : навчальний посібник. Київ : В. Раєвського, 2005. 232 с.

Nekrutenko, Yu. P., & Chykolovets, V. V. (2005). *Denni metelyky Ukrainy* [Day butterflies of Ukraine]. Kyiv: V. Raievskoho [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Вивчаючи денних метеликів України Некрутенко та Чиколовець (2005) підтверджують гіпотезу..., або ...ілюстрований довідник-визначник денних метеликів України (Некрутенко, & Чиколовець, 2005)...

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О. Проблеми фундаментальної екології : курс лекцій. Кривий Ріг : КДПУ, 2023. 195 с. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/7894>.

Malenko, Ya. V., Voroshylova, N. V., & Kobriushko, O. O. (2023). *Problemy fundamentalnoi ekolohii* [Problems of fundamental ecology]. Kryvyi Rih: KDPU. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/7894> [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Навчальний посібник Маленка, Ворошилова та Кобрюшко (2023) присвячено висвітленню проблематики фундаментальної екології як складової створення сучасної наукової картини світу..., або ...сутність, теоретичні та методологічні засади фундаментальної екології (Маленко, Ворошилова, & Кобрюшко, 2023, с. 53.)

Окреме видання (книги) до 8 авторів і більше

Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні : довідник / М. А. Кохно (ред.), Н. М. Трофименко, Л. І. Пархоменко, В. Г. Собко, В. К. Горб, С. В. Клименко, Г. Т. Гревцов С. І. Галкін та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. Ч. 2. 716 с.

Kokhno, M. A. (Ed.), Trofymenko, N. M., Parkhomenko, L. I., Sobko, V. H., Horb, V. K., Klymenko, S. V. ... Halkin, S. I. (2005). *Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Pokrytonasinni* [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and bushes. Angiosperms] (Vol. 2). Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Багатий фото- та ілюстративний матеріал подано у довіднику з дендрофлори України подано Кохно та ін. (2005) дослідниками...; або ...Заслуговує уваги довідник з дендрофлори України (Кохно та ін., 2005) фахово виконаними ілюстративними матеріалами.

Книга за редакцією

Національний атлас України / НАН України; гол. ред. Л. Г. Руденко. Київ : ДНЗ «Картографія». 2009. 440 с.

Rudenko, L. H. (Ed.). (2009). *Natsionalnyi atlas Ukrainy* [National Atlas of Ukraine]. Kyiv: DNZ "Kartohrafiia" [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Згідно з фізико-географічним районуванням місто Чернігів знаходиться у регіоні Чернігівського Полісся (Руденко (Ред.), 2009)...

Червона книга України. Тваринний світ / під заг. ред. І. А. Акімова ; НАН України. Київ : Глобалколсалтинг, 2009. 600 с.

Akimov, I. A. (Ed.). (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnnyi svit* [Red Book of Ukraine.

Wildlife]. Kyiv: Hlobalkolsaltynh [in Ukrainian].

Цитування у тексті: П'ять видів досліджених нами денних метеликів занесені до Червоної книги України (Акімов (Ред.), 2009)...

Багатотомне видання (окремий том)

Вернадський В. І. Вибрані наукові праці академіка В. І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського / НАН України, Комісія з наук. спадщини акад. В. І. Вернадського, Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка. Київ : Фоліант, 2012. 829 с.

Vernadskyi, V. I. (2012). *Vybrani naukovi pratsi akademika V. I. Vernadskoho. Mineralohichna spadshchyna Volodymyra Ivanovycha Vernadskoho* [Selected scientific works of academician V.I. Vernadsky. Mineralogical heritage of Vladimir Ivanovich Vernadsky] (Vol. 5). Kyiv: Foliant [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Досліджуючи наукову спадщину академіка Вернадського (Вернадський, 2012, с. 364)

Екофлора України : в 5 т. / відп. ред. Я. П. Дідух. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. Т. 1. 284 с.

Didukh, Ya. P. (Ed.). (2000). *Ekoflora Ukrainy* [Ekoflora Ukraine] (Vol. 1). Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].

Цитування у тексті: досліджуючи екологічні особливості видів флори і рослинних угруповань України (Дідух (Ред.), 2000. с. 147)...

Автореферат або дисертація

Потоцька С. О. Природна і культивована дендрофлора міста Чернігова : дис. ... канд. біолог. наук : 03.00.05 / Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України. Київ, 2011. 435 с.

Pototska, S. O. (2011). *Pryrodna i kultyvovana dendroflora mista Chernihova* [Natural and cultivated dendroflora of Chernihiv] (PhD dissertation). National Botanical Garden named after M. M. Hryshko NAN Ukrainy, Kyiv, Ukraine [in Ukrainian].

Цитування у тексті: За результатами оригінальних досліджень Потоцької (2011) встановлено, що у місті Чернігові...

Романюк Р. К. Теоретичні і методичні засади професійної підготовки вчителів біології до профільного навчання учнів : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / наук. консультант О. Є. Антонова ; Житомир. держ. ун-т імені Івана Франка. Житомир, 2021. 42 с.

Romaniuk, R. K. (2021). *Teoretychni i metodychni zasady profesiinoi pidhotovky vchyteliv biolohii do profilnoho navchannia uchniv* [Theoretical and methodological bases of professional training of biology teachers for specialized education of students] (Extended abstract of PhD dissertation). Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine [in Ukrainian].

Цитування у тексті: У дисертаційній роботі (Романюк, 2021, с. 12) теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено...

Стаття з матеріалів конференції

Канарський Ю. В. Системні аспекти проблеми збереження різноманіття денних метеликів (Lepidoptera, Diurna). *Загальна і прикладна ентомологія в Україні* : тез. наук. конф. (15-19 серп. 2005 р.). Львів, 2005. С. 103–105.

Kanarskyi, Yu. V. (2005). Systemni aspekty problemy zberezhenntia riznomanittia dennnykh metelykiv (Lepidoptera, Diurna) [Systemic aspects of the problem of preserving the diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera, Diurna)]. In *Zahalna i prykladna entomolohiia v Ukraini: tez. nauk. konf.* [General and applied entomology in Ukraine: thesis science conf.] (pp. 103-105). Lviv [in Ukrainian].

Цитування у тексті: спостереження за денними метеликами представлені у статті Канарського (2005)...

Юрченко А. О., Смоляр Н. О. Щодо біоіндикації гідрофільних біотопів Прирічкового парку (м. Полтава). *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване*

природокористування : матеріали VI міжнар. наук. конф. молодих вчених, м. Харків, 27-28 листоп. 2018 р. / ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Харків, 2018. С. 138–139.

Yurchenko, A. O., & Smoliar, N. O. (2018). Shchodo bioindykatsii hidrofilykh biotopiv Pryreik-hkovoho parku (m. Poltava) [Regarding the bioindication of hydrophilic biotopes of the Priric-hkovo Park (Poltava)]. In *Ekolohiia, neokolohiia, okhorona navkolyshnoho seredovyscha ta zbal-ansovane pryrodokorystuvannia: materialy VI mizhnar. nauk. konf. molodykh vchenykh* [Ecology, Neoecology, Environmental Protection and Balanced Environmental Use: materials VI Inter-layer. science conf. young scientists] (pp. 138-139). Kharkiv: KhNU im. V. N. Karazina [in Ukrainian].

Цитування у тексті: помітний науковий доробок внесли науковці, досліджуючи Прирічковий парк (Юрченко, & Смоляр, 2018)...

Стаття з журналу

Куш О. Г., Злобіна О. В. Лектингістохімічна характеристика лімфоїдної тканини, асоційованої з плодовою частиною плаценти, наприкінці першого періоду вагітності у щурів. *Запорізький медичний журнал*. 2012. Вип. 3 (72). С. 89–91.

Kushch, O. H., & Zlobina, O. V. (2012). Lektynhistokhimichna kharakterystyka limfoidnoi tkanyny, asotsiiovanoi z plodovoiu chastynoiu platsenty, naprykintsi pershoho periodu vahitnosti u shchuriv [Lectingistochemical characteristic of lymphoid tissue associated with the fruit part of the placenta at the end of the first gestation period in rats]. *Zaporizkyi medychnyi zhurnal* [Zapor-izhzhya Medical Journal], 3 (72), 89-91 [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Дослідники Куш та Злобіна (2012) прийшли до висновку...

Акімов О. Є., Костенко В. О. Функціонування циклу оксиду азоту в слизовій оболонці шлунка щурів за надмірного комбінованого надходження нітрату та фториду натрію. *Український біохімічний журнал*. 2016. Т. 88, № 6. С. 70–75. doi:10.15407/ubj88.06.070.

Akimov, O. Ye., & Kostenko, V. O. (2016). Funktsionuvannia tsykladu oksydu azotu v slyzovii obolontsi shlunka shchuriv za nadmirnoho kombinovanoho nadkhodzhennia nitratu ta ftorydu natriiu [The functioning of the nitric oxide cycle in the gastric mucosa of rats with excessive com-bined intake of nitrate and sodium fluoride]. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal* [Ukrainian Bio-chemical Journal], 88 (6), 70-75. doi:10.15407/ubj88.06.070 [in Ukrainian].

Цитування у тексті: У статті розглядається функціонування циклу оксиду азоту в умовах хронічного надмірного комбінованого надходження фторидів та нітратів (Акімов, & Костенко, 2016)

Стаття зі збірника

Коломійчук В., Онищенко В. Фіторізноманіття регіонального ландшафтного парку «Пташиний Рай» (Київська область). *Сучасні фітосозологічні дослідження в Україні : зб. наук. пр. з нагоди вшанування пам'яті видатного фітосозолога, проф. Т. Л. Андрієнко-Малюк (1938-2016 рр.)*. Київ, 2018. С. 20–25.

Kolomiichuk, V., & Onyshchenko, V. (2018). Fitoriznomanittia rehionalnoho landshaftnoho parku "Ptashyni Rai" (Kyivska oblast) [Phytodiversity of the regional landscape park «Bird's Para-dise» (Kyiv region)]. In *Suchasni fitosozolohichni doslidzhennia v Ukraini: zb. nauk. pr. z nahody vshanuvannia pam'iati vydat. fitosozoloha, prof. T. L. Andriienko-Maliuk (1938-2016)* [Modern phy-tosozological research in Ukraine: a collection of scientific papers on the occasion of honoring the memory of the outstanding phytosozologist, Doctor of Biology, Professor T. L. Andrienko-Malyuk (1938-2016)] (pp. 20-25). Kyiv [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Вивчаючи фіторізноманіття ландшафтного парку «Пташиний Рай» (Коломійчук, & Онищенко, 2018, с. 24)...

Шевчук М. Й., Кузьмішина І. І., Коцун Л. О. Рідкісні види судинних рослин, що охороняються і рекомендовані до охорони у Волинській області. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки*. Луцьк, 2011. Вип. 8. С. 116–123.

Shevchuk, M. Y., Kuzmishyna, I. I., & Kotsun, L. O. (2011). Ridkisni vydy sudynnykh roslin, shcho okhoroniaiutsia i rekomendovani do okhorony u Volynskii oblasti [Rare species of vascular

plants protected and recommended for protection in Volyn region]. In *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylyehlykh terytorii: zb. nauk. pr. Volyn. nats. un-t im. Lesi Ukrainky* [Nature of Western Polissya and adjacent territories: a collection of scientific papers of Volyn National University named after Lesya Ukrainka] (Is. 8, pp. 116-123). Luts'k [in Ukrainian].

Цитування у тексті: Природа Західного Полісся та прилеглих територій висвітлена в багатьох роботах українських науковців (Шевчук, Кузьмішина, & Коцун, 2011)...

Електронні ресурси

Червона книга України. Всі рослини Червоної книги України. URL: <https://redbook-ua.org/plants/region>

Chervona knyha Ukrainy. Vsi roslyny Chervonoï knyhy Ukrainy [Red Book of Ukraine. All plants of the Red Book of Ukraine] (2023). [in Ukrainian].

Цитування у тексті: (Червона книга України, 2023)

Перелік регіонально рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин на території Рівненської області. URL: <https://ror.gov.ua/rishennya-oblasnoyi-radi-7-sklikannya/1229-pro-zatverdzhennya-pereliku-regionalno-ridkisykh-i-taki>

Perelik rehionalno ridkisykh i takykh, shcho perebuvaiut pid zahrozoiu znyknennia, vydiv roslyn na terytorii Rivnenskoï oblasti [List of regionally rare plant species of Chernihiv region] (2018). [in Ukrainian].

Цитування у тексті: (Перелік регіонально рідкісних, 2018)

Іншомовні джерела

Cleypool C. J., Schurink B., Horst D. E., Bleys R. Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. *Journal of Anatomy published by John Wiley&Sons Ltd on behalf of Anatomical Society*. 2020. № 236 (1). P. 156–164.

Cleypool, C. J., Schurink, B., Horst, D. E., & Bleys, R. (2020). Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. *Journal of Anatomy published by John Wiley&Sons Ltd on behalf of Anatomical Society*, 236 (1), 156-164.

Цитування у тексті: (Cleypool, Schurink, Horst, & Bleys, 2020)

Reisner Y. Separation of antibody helper and antibody suppressor human T cells by using soybean agglutinin. *J. Natl. Acad. Sci USA*. 1980. Vol. 77 (11). P. 6778–6782.

Reisner, Y. (1980). Separation of antibody helper and antibody suppressor human T cells by using soybean agglutinin. *J. Natl. Acad. Sci USA*, 77 (11), 6778-6782.

Цитування у тексті: (Reisner, 1980, p. 6779).

Pronina O. M., Bilash S. M., Kobeniak M. M., Koptev M. M., Pirog-Zakaznikova A. V., Onipko V. V., Ischenko V. I. Morphometric features of the structural components of the hemomicrocirculatory bed in the perivulnar region of the caecum in wound defect sutured with polyfilament suture material. *Wiadomości Lekarskie*. 2021. Vol. 74, № 6. P. 1382–1388. DOI: 10.36740/WLek202106118.

Pronina, O. M., Bilash, S. M., Kobeniak, M. M., Koptev, M. M., Pirog-Zakaznikova, A. V., Onipko, V. V., & Ischenko, V. I. (2021). Morphometric features of the structural components of the hemomicrocirculatory bed in the perivulnar region of the caecum in wound defect sutured with polyfilament suture material. *Wiadomości Lekarskie*, 74 (6), 1382-1388. DOI: 10.36740/WLek202106118.

Цитування у тексті: (Pronina, Bilash, Kobeniak, Koptev, Pirog-Zakaznikova, Onipko, & Ischenko, 2021).

Flecknell P. Basic Principles of Anaesthesia. *Laboratory Animal Anaesthesia* / ed. P. Flecknell. 4th ed. Boston : Academic Press, 2016. Vol. 1. P. 1–75.

Flecknell, P. (2016). Basic Principles of Anaesthesia. In P. Flecknell (Ed.), *Laboratory Animal Anaesthesia* (4nd ed.) (Vol. 1., pp. 1-75). Boston: Academic Press.

Цитування у тексті: (Flecknell, 2016).

Дані про авторів подаються окремим файлом за формою:

Інформація	Українською мовою	In English
прізвище, ім'я, по-батькові (повністю)		
ORCID		
науковий ступінь		
вчене звання		
посада, місце роботи (установа, структурний підрозділ)		
адреса для поштового листування (із поштовим індексом)		
контактні номери телефону (робочий, факс, мобільний)		
електронна пошта		

Якщо авторів декілька, форма заповнюється на кожного окремо.

Оплата за друк статті складає 75 грн. за сторінку + DOI 100 грн. Сканокопію квитанції про оплату публікації слід надіслати в редакцію електронною поштою після повідомлення про прийняття статті до друку.

БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Науковий журнал

Том 11

№ 1 • 2025

Редактор – *Л. П. Харченко*

Відповідальний редактор – *В. Р. Сагайдак*

Комп'ютерна верстка – *В. Р. Сагайдак*

Підписано до друку 30.06.2025. Формат 60х84/8.
Гарнітура Minion Pro. Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум.-друк. арк. 10,81.

Наклад 100 прим. Зам. № 2162

Віддруковано в ПНПУ імені В. Г. Короленка,
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36003
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
серія ДК № 3817 від 01.07.2010 р.