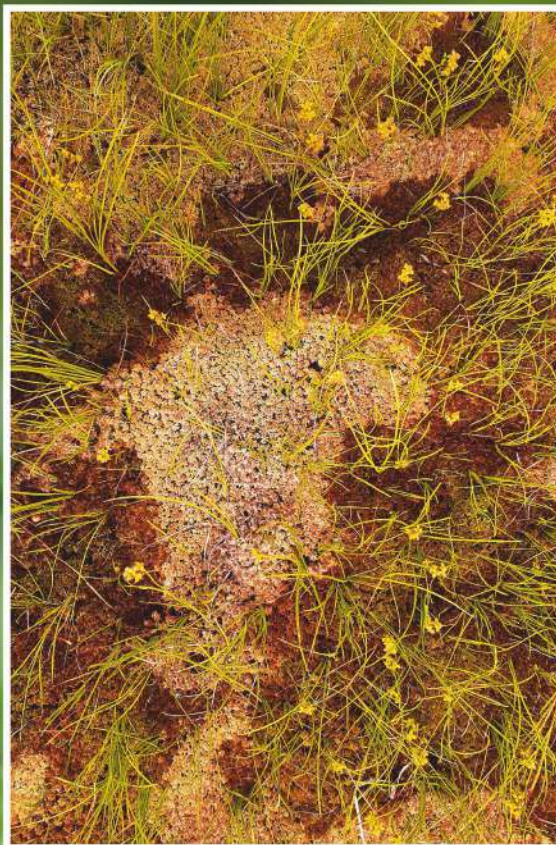


ISSN 2786-524X (Print)  
ISSN 2786-5258 (Online)

# НОТАТКИ СУЧАСНОЇ БІОЛОГІЇ

## NOTES IN CURRENT BIOLOGY



Випуск 2 (6)  
2023

Нотатки сучасної біології – науковий журнал, який містить результати досліджень та оглядові статті з біології. Журнал призначений для викладачів, наукових працівників, аспірантів і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки. Публікують статті, котрі відповідають вимогам та отримали позитивні рекомендації рецензентів. Мови видання: українська, англійська. Періодичність випуску журналу – 2 рази на рік.

<b>Головний редактор</b>	<b>Сухомлін К. Б.</b> , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
<b>Відповідальний секретар</b>	<b>Мотушок О. П.</b> , кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
<b>Члени редколегії</b>	<b>Акшай Ананд</b> , професор кафедри неврології, Інститут післядипломної освіти медичної освіти та досліджень, Хандігарх, Індія <b>Волгін С. О.</b> , доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Гайдаржи М. М.</b> , доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київ, Україна <b>Іванців В. В.</b> , доктор біологічних наук, професор кафедри зоології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Коцан І. Я.</b> , доктор біологічних наук, професор, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Кузнецов І. П.</b> , кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Манько В. В.</b> , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин, Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна <b>Мірошниченко М. С.</b> , доктор біологічних наук, професор, академік АН ВШ України, професор кафедри біофізики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна <b>Моренко А. Г.</b> , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Міщенко І.В.</b> , кандидат біологічних наук, КЗВО «Волинський медичний інститут», Луцьк, Україна <b>Небесна З. М.</b> , доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри гістології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, Тернопіль, Україна <b>Ноздренко Д. М.</b> , старший науковий співробітник кафедри біофізики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київ, Україна <b>Павел Герман</b> , доцент кафедри обчислювальних наук та технологій, Королівський технологічний інститут, Стокгольм, Швеція <b>Пікалюк В. С.</b> , доктор медичних наук, професор кафедри Навчально-наукового медичного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Жданюк Б.С.</b> кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Степанюк Я. В.</b> , кандидат біологічних наук, завідувач кафедри гістології та медичної біології Навчально-наукового медичного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Сухомлін М. М.</b> , доктор біологічних наук, професор кафедри фізіології рослин, провідний науковий співробітник відділу динаміки популяцій, Інститут еволюційної екології НАН України, Київ, Україна <b>Ткач Г. Ф.</b> , доктор медичних наук, професор кафедри морфології Медичного інституту Сумського державного університету, Суми, Україна <b>Фіщук О.С.</b> доктор біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна <b>Ценьов Г.</b> , доктор кафедри неврології та рухової активності, Університет Верони, Італія <b>Шевчук М. І.</b> , доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісового і садово-паркового господарства, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
<b>Адреса редколегії</b>	43025, Луцьк-25, просп. Волі, 13, Волинський національний університет імені Лесі Українки. Тел. +38(0332)249327; www. journalbio.vnu.edu.ua; e-mail: lutskeeq@gmail.com.
<b>Рекомендовано</b>	Вченою радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол 14 від 20.12. 2023р.)
<b>Зареєстровано</b>	Державною реєстраційною службою України. Свідоцтво про державну реєстрацію Серія КВ №24734-14674ПР від 4.01.2021 року.
<b>Атестовано</b>	Атестаційною колегією <i>Міністерства освіти і науки України</i> додаток Додаток 3 до наказу <i>Міністерства освіти і науки України</i> 29.06.2021 № 735 )
<b>Засновник та видавець</b>	Волинський національний університет імені Лесі Українки (43025, м.Луцьк, просп. Волі, 13)
<b>Дизайн та верстка</b>	Подолець О. В., Захарчук І. В.
<b>Редактор і коректор</b>	Матвейчук Т. С.
<b>Виготовлювач</b>	Вежа-Друк (м. Луцьк, вул. Шопена, 12) Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України ДК № 4607 від 30.08.2013 р.



## ЗМІСТ

<b>Тетяна Яківна Шевчук</b> (до 50-річчя з дня народження) .....	3
--	---

### РОЗДІЛ I. БОТАНІКА

**Марія Пасайлюк, Леся Пліхтяк**

Макроміцети Національного природного парку «Гуцульщина» та їх антибактеріальні властивості .....	5
--	---

**Лариса Коцун, Борис Коцун, Людмила Савчук**

Північноамериканські деревні рослини в культурфїтоценозах Волинської області .....	11
--	----

**Світлана Гапон, Юрій Гапон, Марина Кривцова, Ярослава Гасинець**

Синантропні епіфітні бріоценози м. Ужгорода (Закарпатська область, Україна) та його околиць .....	16
---	----

### РОЗДІЛ II. ЕКОЛОГІЯ

**Тетяна Труш, Катерина Сухомлін, Ірина Кузьмішина, Олександр Зінченко,  
Марія Зінченко, Світлана Дяків**

Біорізоманіття ялинників у Цуманському лісництві (Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуща», Україна) .....	20
---	----

**Ірина Рабик, Марія Юсковець**

Еколого-біоморфологічна характеристика мохоподібних торфово-болотного масиву Сира Погоня Рівненського природного заповідника (Україна) .....	31
---	----

### РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

**Юрій Долженко, Геннадій Жаров**

Морфологія черепів похованих у с. Залуцьке (ур. Стайкин Верх) Сумської обл. (XVIII–XIX ст.) .....	40
---	----

**Олена Кучменко, Валентина Гавій, Віталій Шейко, Лаура Мхітарян, Олена Матова**

Роль інсулінорезистентності та оксидативного стресу в механізмах розвитку артеріальної гіпертензії .....	53
---	----

**Ольга Антонюк, Василь Пикалюк, Олександр Слободян, Альона Романюк, Людмила Шварц**

Аноректальні аномалії розвитку .....	58
--------------------------------------	----

**Алевтина Моренко, Влада Колеснікова**

Вплив алкоголю на скорочувальну функцію повільних та швидких м'язів: огляд .....	67
--	----

**Анна Юшук, Ольга Коржик, Василь Пикалюк**

Роль загальноклінічних показників крові для прогнозування перебігу коронавірусної інфекції у хворих на COVID-19: систематичний огляд .....	73
---	----

**Олексій Бондар**

Оцінка складності рухового завдання з точки зору активації м'язів .....	77
---	----



## CONTENS

**Tetiana Shevchuk (On the occasion of her 50th birthday) .....3**

### SECTION I. BOTANY

**Mariia Pasailiuk, Lesia Plikhtiak**

Macromycetes of «Hutsulshtyna» National natural park and their antibacterial properties .....5

**Larisa Kocun, Boris Kocun, Liudmila Savchyk**

North American woody plants in the cultivated phytocoenoses of the Volyn region ..... 11

**Svitlana Gapon, Yuriy Gapon, Marina Kryvtsova , Yaroslava Gasynets**

Snanthropic epiphytic bryocoenoses of Uzhhorod (Carpathian region, Ukraine) and its environs ..... 16

### SECTION II. ECOLOGY

**Tatiana Trush, Kateryna Sukhomlin, Iryna Kuzmishyna, Oleksandr Zinchenko,  
Maria Zinchenko, Svitlana Dyakiv**

Biodiversity of the spruce forest of the Tsuman Forestry  
(Kivertsi National Nature Park «Tsumanska Pushcha», Ukraine) .....20

**Iryna Rabyk, Mariia Yuskovets**

Bryophytes of the Syra Pogonia peat massif of the Rivnenskyi Nature Reserve (Ukraine):  
ecological and biomorphological characteristics .....31

### SECTION III. HUMAN AND ANIMALS PHYSIOLOGY

**Yurii Dolzhenko, Gennadiy Zharov**

Morphology of the Skulls from the Burials in the Village of Zalutske (tract Staikyn Verkh),  
Sumy Region (the 18th – 19th Centuries) .....40

**Olena Kuchmenko, Valentyna Havii, Vitalii Sheiko, Laura Mkhitarian, Olena Matova**

The role of insulin resistance and oxidative stress in the mechanisms of arterial hyper  
tension development .....53

**Olha Antonyuk, Vasyl Pykalyuk, Oleksandr Slobodian, Alona Romaniuk, Lyudmyla Schvarts**

Anorectal developmental anomalies .....58

**Alevtina Morenko, Vlada Kolesnikova**

Effects of alcohol on the contractile function of slow and fast muscles: a review .....67

**Anna Yushchuk, Olha Korzhyk, Vasyl Pykaliuk**

The role of complete blood count for predicting the course of coronavirus infection in patients  
with COVID-19: a systematic review .....73

**Oleksii Bondar**

Evaluation of the complexity of the motor task from the point of view of muscle activation .....77



**ТЕТЯНА ЯКІВНА ШЕВЧУК**  
(до 50- річчя з дня народження)

2 лютого 2024 року виповнюється 50 років з дня народження доцента, кандидата біологічних наук, професора та завідувача кафедри анатомії людини медичного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Тетяна Яківна народилася у с. Зірне Березнівського району, Рівненської області. У 1991 році закінчила Рівненський ліцей. Одержала вищу освіту на природничо-географічному факультеті Волинського державного університету імені Лесі Українки (1996 рік, м. Луцьк). Тетяна Яківна Шевчук навчалася відмінно та старанно, отримала диплом з відзнакою за спеціальністю «Географія і біологія» та отримала кваліфікацію вчителя біології та географії. Після вступу в аспірантуру, під науковим керівництвом професора Василя Степановича Пикалюка працювала над темою «Структурно-функціональні особливості довгих трубчастих кісток скелету білих щурів при дії на організм свинцевої інтоксикації», а у 1999 році успішно захистила кандидатську дисертацію за спеціальністю «нормальна анатомія». У 2000 році Тетяні Яківні Шевчук присуджено науковий ступінь кандидата біологічних наук (диплом ДК № 006651, рішення президії Вищої атестаційної комісії України від 12 квітня 2000 року).

З 1999 року по 2003 рік працювала на посаді старшого викладача кафедри фізіології і анатомії людини Волинського державного університету імені Лесі Українки. А у 2002–2003 рр. перебувала на посаді заступника декана з навчальної роботи на психологічному факультеті Волинського державного університету імені Лесі Українки. З 2003 року і по 2020 рік була переведена на посаду доцента кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки. У 2004 році – присвоєно вчене звання доцента кафедри фізіології людини і тварин (атестат ДЦ № 009076 від 21 жовтня 2004 року).

У 2010 році займала посаду заступника декана біологічного факультету з організаційно-виховної роботи (за сумісництвом). У цей період, окрім навчального процесу в університеті, Тетяна Яківна Шевчук активно займається науковою роботою. Основні напрямки її наукової діяльності – особливості кардіореспіраторного комплексу під час фізичних навантажень різної інтенсивності та спрямованості тренувального процесу; фізичний розвиток і стан фізичного здоров'я школярів м. Луцька, а також вплив факторів зовнішнього середовища різної етіології на функціональний стан дихальної та серцево-судинної систем.

Окрім того, Тетяна Яківна із 1999 року приймає активну участь у вихованні та науковому зростанні

підростаючого покоління, а саме вихованців Волинської обласної Малої академії наук. З 199 року по 2010 була керівником секції «Екологія». У 2010–2011 роках – голова журі обласного турніру біологів та обласного конкурсу-захисту наукових учнівських робіт з біології в Малій академії наук. У 2011–2016 роках очолювала секцію «Біологія заочної віртуальної школи» у Волинській обласній Малій академії наук. А із 2017 року є керівником секції «Медицина» Волинської обласної Малої академії наук. Вона всебічно сприяє залученню школярів Волинської області до наукової та дослідно-експериментальної діяльності, реалізації їх творчих можливостей, формуванню навиків самостійної дослідницької роботи, ознайомлює їх з сучасними досягненнями та проблемами української та світової науки. Неординарний індивідуальний підхід до слухачів та педагогічний такт дають можливість Тетяні Яківні Шевчук спрямувати вміння та навички слухачів в русло науково-дослідницької та пошукової роботи.

Під її керівництвом було підготовлено 27 слухачів до II (обласного) етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт. Сім вихованців є переможцями III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт: Волинець Роман, Чікіна Вікторія, Патей Петро, Корнійчук Юлія, Шевчук Ангеліна, Усова Анастасія, Біла Богдана. Вона постійно надає консультативно-методичну допомогу сільським вчителям області у роботі з обдарованими дітьми. Неодноразово була членом журі обласних турнірів та конкурсів-захистів наукових робіт учнів-слухачів МАН. Завдяки її професіоналізму та вмінню тактовно спілкуватися з колегами і з батьками дітей вона має авторитет серед педагогічного колективу та батьківської громадськості.

Тетяна Яківна Шевчук постійно вдосконалює свою педагогічну майстерність, веде активну наукову та навчально-методичну діяльність. У 2016 році визнана переможцем Всеукраїнського конкурсу рукописів навчальної літератури для позашкільних навчальних закладів освіти (Наказ МОН України № 1691 від 29 грудня 2016 року). У 2022 році методичні матеріали Тетяни Яківни подані на обласну виставку дидактичних і методичних матеріалів «Творчі сходинок педагогів Волині».

З 2020 року – доцент кафедри анатомії людини медичного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки. А з 2021 року і дотепер – завідувач кафедри анатомії людини, а з 2022 року професор кафедри анатомії людини.

За роки праці в університеті вона навчилася вільно оперувати навчальним матеріалом, досконало володіє інноваційними освітніми методиками й технологіями викладання біологічних дисциплін, має добру теоретичну та практичну підготовку, проводить заняття відповідно до сучасних вимог організації освітнього процесу, враховує вікові та психологічні особливості здобувачів освіти. Як педагог, забезпечує різносторонній підхід до проведення занять, застосовує сучасні методи та прийоми активізації розумової діяльності сучасних студентів.

Залучає здобувачів до творчого навчального процесу, сприяючи розвитку в них уміння аналізувати, акцентувати увагу на основних аспектах, порівнювати, систематизувати, знаходити кореляційні зв'язки та робити ґрунтовні висновки.

Завдяки, тому що Тетяна Яківна є активним науково-педагогічним працівником, який постійно прагне вдосконалення, вона здійснювала наукове консультування двома дисертаціями, які успішно були захищені, а здобувачам освіти присвоєно науковий ступінь кандидата біологічних наук зі спеціальності «фізіологія людини і тварин»: у 2018 році Романюк Альоні Павлівні, тема: «Особливості нейрофізіологічних та вегетативних процесів у осіб, які займаються вправами різного характеру» та Апончук Людмилі Степанівні, тема: «Вплив тютюнопаління на функціональний стан жіночого організму».

Тетяна Яківна є автором понад 200 науково-методичних видань (статті, матеріали конференції, навчально-методичні матеріали, навчальні посібники, монографії, електронні курси та ін.). Тільки за період з 2019 по 2022 роки вона опублікувала 57 праць, з них 22 статті у фахових виданнях України, 5 статей у закордонних виданнях, що індексуються в науково-метричних базах Index Copernicus, та 1 стаття у 2022 році опублікована в науково-метричній базі Web of Science), 24 матеріали конгресів, з'їздів, конференцій різного рівня.

Підготовлено у співавторстві підручники та посібники, які рекомендовані Міністерством освіти та науки України, Вченою радою Волинського національного університету імені Лесі Українки: «Нейроанатомія» (2004 рік), «Анатомія людини» (2010 рік), «Анатомія опорно-рухового апарату» (2023 рік), «Спланхнологія. Анатомія серцево-судинної системи. Органи імуногенезу» (2023 рік), «Нервова та ендокринна система. Органи чуття. Питання інтеграції системи організму» (2023 рік), а також є співавтором чотирьох монографій: «Регенерація скелету. Роль системи крові і окремих факторів в її перебігу.» (2011 рік), «Психофізіологічні функції та інтегровані показники фізичного здоров'я людини в умовах сучасних екзогенних впливів різної природи та інтенсивності» (2017 рік), «Науково-методологічні дослідження впливу тютюнопаління на функціональний стан жіночого організму» (2022 рік), «Нейровегетативне забезпечення діяльності спортсменів різної спеціалізації» (2023 рік).

За активну участь, високий професіоналізм нагороджена понад 30 професійними відзнаками та нагородами (грамота та подяка Управління освіти та науки Волинської облдержадміністрації, подяка Волинського державного університету імені Лесі Українки, бронзовий нагрудний знак Волинського національного університету, подяка Міністерства освіти і науки, подяка Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти та інші).

Колеги, учні, всі співробітники медичного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки від щирого серця вітають ювілярку і бажають їй здоров'я, щастя та успіхів у подальшій реалізації творчих задумів.



## Розділ I. Ботаніка

УДК 57.084

DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.2-2>

### Макроміцети Національного природного парку «Гуцульщина» та їх антибактеріальні властивості

Марія Пасайлюк<sup>1</sup>, Леся Пліхтяк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний природний парк «Гуцульщина», Україна;

<sup>2</sup>Косівський фаховий коледж прикладного та декоративного мистецтва

Адреса для листування: [mariia.pasailiuk@gmail.com](mailto:mariia.pasailiuk@gmail.com)

Отримано: 15.08.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Досліджено методом дискодифузії здатність етанолових екстрактів 20 видів макроміцетів інгібувати ріст бактеріальних культур та їх вплив на показники супероксиддисмутазної та каталазної активностей відносно трьох видів тестових культур мікроорганізмів. Найвищі показники затримки росту бактерій продемонстрували екстракти *Cantharellus cibarius*, *Grifola frondosa*, *Laetiporus sulphureus*, *Leccinum scabrum*, *Mycena leptocephala*, *Russula rosea*, *Strobilomyces strobilaceus*. Здатність протидіяти бактеріям є видоспецифічною ознакою та не залежить від трофічної приуроченості макроміцетів, це ж стосується і їх здатності пригнічувати каталазну активність мікроорганізмів. Екстракти макроміцетів, що провокували інгібування росту культур, зумовлювали зміни СОД активності досліджуваних бактерій.

**Ключові слова:** Ксилотрофи, мікоризозалежні гриби, гумусові сапротрофи, антибактеріальна активність, каталазна та супероксиддисмутазна активність.

### Macromycetes of «Hutsulshtyna» National natural park and their antibacterial properties

Mariia Pasailiuk<sup>1</sup>, Lesia Plikhtiak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hutsulshchyna National Nature Park, Ukraine

<sup>2</sup>Kosiv Professional College of Applied and Decorative Arts

Correspondence: [mariia.pasailiuk@gmail.com](mailto:mariia.pasailiuk@gmail.com)

**Abstract.** The ability of ethanol extracts of 20 species of macromycetes to inhibit the growth of bacterial cultures was studied. Their influence on indicators of superoxide dismutase and catalase activities in relation to three types of test cultures of microorganisms was established. Extracts of *Cantharellus cibarius*, *Grifola frondosa*, *Laetiporus sulphureus*, *Leccinum scabrum*, *Mycena leptocephala*, *Russula rosea*, *Strobilomyces strobilaceus* showed the largest diameters of growth retardation of microorganisms of test cultures. The ability to counteract bacteria is a species-specific feature and does not depend on the trophic timing of macromycetes, the same applies to the ability to suppress the catalase activity of microorganisms. Extracts of macromycetes, which provoked inhibition of the growth of cultures, led to changes in the SOD activity of the studied bacteria: during incubation of *M. luteus* culture with mushroom extracts, which showed an inhibitory effect on the growth of microorganisms with a diameter of 8–12 mm, superoxide dismutase activity increased 2–3 times, during incubation of *M. luteus* bacteria with extracts that inhibited growth with a diameter greater than 12 mm, the enzymatic activity increased 8–10 times. The SOD activity of *B. spizizeni* increased by 40–80 % at the 24th hour of the experiment with extracts, the use of which is accompanied by the formation of a 10 mm zone of growth inhibition, but already after 48 hours of the experiment, the indicators of the SOD activity of *B. spizizeni* decreased to the control values. SOD activity of *E. coli* increased on the 24th hour of the experiment by 1.4–1.6 times

relative to the control values, even with the use of extracts that provoked inhibition of the growth of cultures with a diameter of 8 mm and remained high on the 48th hour of the experiment (in 1,2–1,3 times).

**Key words:** Xylotrophs, mycorrhizal fungi, humus saprotrophs, bactericidal activity, catalase and superoxidodismutase activity.

## ВСТУП

Гриби – друга (після комах) за чисельністю видів група організмів на планеті [1]. Їх роль, безперечно, важко переоцінити, адже ці організми – редуценти, що трапляються на всіх континентах. На території НПП «Гуцульщина» станом на 1.01.2023 р. ідентифіковано понад 1200 видів грибів та грибоподібних організмів, які становлять важливу частину біорізноманіття парку. Серед знайдених видів – макроміцети, що належать до різних еколого-трофічних груп, різні за харчовою цінністю види, та екземпляри, плодові тіла яких тривалий час використовуються з лікувальною метою тощо. Власне фунготерапія, або лікування грибами, стає дедалі популярнішою серед місцевого населення. Це можливо завдяки тому, що багато грибів мають не лише цінні харчові, але й фармацевтичні властивості. Разом з тим цей натуральний арсенал засобів нетрадиційної медицини залишається малодослідженим на предмет верифікації його застосування. Частково це зумовлено науковими фармацевтичними успіхами, адже щороку реєструють сотні тисяч нових, невідомих природі сполук з терапевтичною дією. Проте, протягом останніх десятиріч значну увагу вчені приділяють сполукам органічної природи, оскільки вони не мають різноманітних побічних ефектів на організм [2].

Тому важливо володіти інформацією щодо доцільності використання плодових тіл різних видів грибів у вигляді спиртових екстрактів із лікувальним та антиконтамінаційним спрямуванням та визначити механізм такої потенційної дії. Тому метою роботи було дослідити здатність спиртових екстрактів плодових тіл макроміцетів різних еколого-трофічних груп, знайдених на території НПП «Гуцульщина», інгібувати ріст бактерій та вивчити їх вплив на показники системи антиоксидантного захисту (каталаза, супероксиддисмутаза активність) тестових культур мікроорганізмів *Micrococcus luteus* (Schroeter) Cohn ATCC 10240, *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers X-Blue, *Bacillus spizizenii* (Nakamura et al.) Dunlap et al. ATCC 6633.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В експерименті використані плодові тіла 20 видів базидієвих грибів, неушкоджені молоді карпופори яких були знайдені на території Національного природного парку «Гуцульщина» самостійно або ж, у випадку видів, що занесені до Червоної книги України, 2009 (с. 799, 801, 802, 804, 813, 817, 819, 825, 829 [3]), були викинуті попередніми групами грибників: гумусові сапротрофи (*Cantharellus cibarius* Fr., *Mycena leptcephala* (Pers.) Gillet, *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr., *Mutinus caninus* (Huds.) Fr., *Anthurus archeri* (Berk.) E. Fisch.)

мікоризозалежні (*Boletus edulis* Bull., *B. regius* Krombh., *Catathelasma imperiale* (Quél.) Singer, *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray, *Amanita rubescens* Pers., *Russula rosea* Pers., *Russula turci* Bres., *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk.), ксилотрофи (*Hericum coralloides* (Scop.) Pers., *H. alpestre* Pers., *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill, *Piptoporus betulinus* (Bull.) P.Karst., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Antrodia ramantaceae* (Berk. & Broome) Donk). Ідентифікацію грибів проводили за М. Я. Зеровою зі співавторами [4]. Зібрані зразки після ідентифікації висушували (38–45 °С) та подрібнювали до 0,3–0,5 мм. Для приготування настоянок користувалися співвідношенням 12 г сухого продукту/1 л готового продукту (доводили 38 % етиловим спиртом) та зберігали 2 тижні у темному, прохолодному місці, щоденно збовтуючи.

В експерименті використані штами *Escherichia coli* X-Blue, *Micrococcus luteus* ATCC 10240, *Bacillus spizizenii* ATCC 6633. Антибактеріальні властивості екстрактів вивчали методом дифузії на чашках Петрі з МПА (Merk). 0,1 мл суспензії ( $5 \cdot 10^4$  КУО/мл) *B. spizizenii*, *E. coli* та *M. luteus* розпоршували на агаризованому нутрієнтному середовищі (МПА), на яке ставили диски фільтрувального паперу діаметром 6 мм так, щоб вони не перекривались, не торкалися країв чашки Петрі, а відстань між ними була не меншою 25–30 мм один від одного. Диски завчасно були просочені екстрактами грибів (45 мкл) або 38 % спиртом (45 мкл). Композиції інкубували в термостаті при 30 °С. Зону інгібування росту тест-мікроорганізму визначали через 24 та 48 годин культивування. Середнє визначали з урахуванням 4 повторностей.

Для встановлення впливу екстрактів макроміцетів на каталазу та супероксиддисмутазу (СОД) активності бактерій вирощували в поживному середовищі МПБ при 37 °С без додавання (контроль)/ з додаванням (експеримент) спиртових настоянок відповідних макроміцетів (1 % за об'ємом) Каталазу/СОД активності бактерій визначали через 24 години спільного інкубування із екстрактами грибів або спиртом, а також у контрольному варіанті та через 48 годин. Принцип методу визначення каталазної активності ґрунтується на визначенні кількості пероксиду водню, що залишилася після дії на нього каталази. Результати оцінювали за ступенем гальмування утворення кінцевих продуктів пероксидів молибдату [5]. За одиницю каталазної активності приймали таку кількість препарату, яка розкладала 1 мкм  $H_2O_2$ /хв на 1 мг білка.

Вимірювання супероксиддисмутазної активності (СОД) проводили по аутоокисненню адреналіну, що має поглинання в області 347 нм, утворення якого відбувається під час відсутності додаткових джерел генерації  $O_2^-$  і чутливий до СОД [6]. Фер-



ментативну активність в суспензії бактеріальних клітин виражали в ум.од./хв мгбілка.

Вміст білка визначали за Лоурі. Повторність дослідів у кожному випадку і для кожного зразка – 3–4. Статобробка виконана із застосуванням MS Excel.

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

Проведені дослідження дозволили зафіксувати, що величина зони інгібування росту бактерій за дії спиртових екстрактів досліджених макроміцетів є величиною видоспецифічною та не залежить від

приналежності гриба до еколого-трофічної групи (табл. 1). Максимальні величини інгібування зони росту мінімум двох із трьох тестованих бактеріальних культур, були притаманні екстрактам грибів, для яких здавна відоме їх використання у фунготерапії: *C. cibarius*, *L. sulphureus*, *L. scabrum*, *G. frondose* а також для *R. rosea* і *M. leptcephala* та *S. strobilaceus* (табл. 1). Екстракти саме цих видів можна розглядати як такі, що володіють антибактеріальною дією, оскільки діаметр зони інгібування росту мікроорганізмів за їх використання дорівнював або перевищував 10 мм.

Таблиця 1

**Бактерицидна спиртових екстрактів макроміцетів щодо тест-культур, n=4, M±m**

Тест-культура	<i>E. coli</i> X-Blue		<i>M. luteus</i> ATCC 10240		<i>B. spizizeni</i> ATCC 6683	
	1	2	1	2	1	2
Доба експерименту	Діаметр зони інгібування росту культур, мм					
Вид	Діаметр зони інгібування росту культур, мм					
<b>Гумусові сапротрофи</b>						
<i>Cantharellus cibarius</i>	6	6	16±1,2	6	10±0,2	10±0,2
<i>Mycena leptcephala</i>	10±0,3	8±0,1	22±0,4	22±1,3	10±0,2	10±0,2
<i>Polyporus umbellatus</i>	8±0,2	8±0,1	6	6	8±0,1	8±0,1
<i>Mutinus caninus</i>	6	6	6	6	6	6
<i>Anthurus archeri</i>	6	6	6	6	10±0,2	8±0,1
<b>Мікоризозалежні види</b>						
<i>Boletus edulis</i>	8±0,1	6	6	6	8±0,1	8±0,2
<i>Catathelasma imperiale</i>	8±0,2	6	8±0,1	8±0,2	10±0,2	10±0,1
<i>Leccinum scabrum</i>	6	6	12±0,2	12±0,2	10±0,2	10±0,2
<i>Amanita rubescens</i>	8±0,1	6	10±0,1	10±0,2	8±0,1	8±0,1
<i>Russula rosea</i>	12±0,4	12±0,3	12±0,3	12±0,1	6	6
<i>Russula turci</i>	8±0,1	6	8±0,1	8±0,1	12±0,4	12±0,3
<i>Boletus regius</i>	8±0,2	8±0,1	8±0,1	8±0,1	12±0,3	12±0,2
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	10±0,2	6	8±0,1	8±0,1	10±0,1	10±0,2
<b>Ксилотрофи</b>						
<i>Hericium coralloides</i>	6	6	6	6	12±0,2	12±0,4
<i>Griphola frondosa</i>	10±0,2	6	12±0,3	10±0,3	8±0,1	8±0,1
<i>Laetiporus sulphureus</i>	8±0,1	8±0,1	6	6	12±0,3	12±0,4
<i>Piptoporus betulinus</i>	6	6	6	6	8±0,1	8±0,1
<i>Fomes fomentarius</i>	8±0,2	6	8±0,1	8±0,1	12±0,4	12±0,3
<i>Hericium alpestre</i>	8±0,1	6	6	6	12±0,2	*
<i>Antrodia ramantaceae</i>	8±0,1	6	6	6	10±0,1	10±0,2
Спирт (контроль)	6	6	6	6	6	6

Примітка: \* – стимуляція росту.

Вивчення антибактеріальних властивостей екстрактів грибів активно проводиться для тих видів, які є популярними в традиційній медицині Східної Азії та на європейських ринках. Наприклад для *Ganoderma lucidum* Curtis) P. Karst. вивчені антибактеріальні властивості водних, етанолових, метанолових та ацетонових екстрактів відносно *E. coli*, *Staphylococcus aureus* subsp. Aureus Rosenbach, *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter) Trevisan, *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Salmonella enterica* subsp. enterica (ex Kauffmann and Edwards) Le Minor and Popoff serovar Typhimurium, *Pseudomonas aeruginosa*

(Schroeter) Migula [7]. Екстракт дихлорметану з *Suillus collitinus* (Fr.) Kuntze виявив активність відносно грампозитивних бактерій, зокрема *Staphylococcus epidermidis* (Winslow and Winslow) Evans, *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, причому антибактеріальні властивості перевершили ефект стрептоміцину [8]. Екстракт *Huipholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm., сапротрофного отруйного гриба, виявляв помітну антибактеріальну активність відносно грампозитивних бактерій, таких як *Bacillus cereus* Frankland and Frankland, *B. subtilis* і *S. aureus* [9]. Turkoglu et al. [10] дослідили антибактеріальну

активність етанолових екстрактів *L. sulphureus* та виявили їх здатність інгібувати ріст *B. subtilis*, *V. cereus*, *M. luteus* та *Micrococcus flavus* Liu et al. Українськими вченими встановлені антимікробні властивості штамів *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *G. lucidum* відносно 14 тест культур мікроорганізмів [11].

Щодо механізмів антибактеріальної дії препаратів, то вони різняться, залежно від хімічної природи апробованої речовини і можуть як пригнічувати синтез білка і нуклеїнових кислот мікробної клітини, так і порушувати молекулярну організацію чи функції клітинних мембран, інгібувати синтез клітинної

стінки, провокувати денатурацію білків, порушення окисно-відновних процесів тощо [12].

Ми дослідили ензимну активність ферментів антиоксидантного захисту бактерій і виявили, що каталазна активність суспензій бактерій, інкубованих із спиртовими екстрактами, значно відхилялася від контрольних величин, а саме зростала в 1,8–2,2 рази у випадках, якщо зона інгібування росту бактерій не перевищувала 8–12 мм (табл. 2). Якщо діаметр зони інгібування росту бактерій при застосуванні екстрактів грибів становив понад 16 мм, то мало місце пригнічення каталазної активності відповідної тест-культури (відносно контролю).

Таблиця 2

Вплив етилових екстрактів макроміцетів - на каталазну активність (в мкмольх  $H_2O_2$ /хв на 1 мг білка бактерій (для *E. coli*), в ммольх  $H_2O_2$ /хв на 1 мг білка бактерій (для *B. spizizeni*, *M. luteus*),  $M \pm m$ ,  $n=3$

Тест-культура	<i>E. coli</i> X-Blue		<i>M. luteus</i> ATCC 10240		<i>B. spizizeni</i> ATCC 6683	
	1	2	1	2	1	2
Контроль (без етилового спирту та без грибного екстракту)	21,8±5,4 мкМ $H_2O_2$ /хв/1 мг білка	22,3±5,2 мкМ $H_2O_2$ / хв/1 мг білка	5,8±1,2 мМ $H_2O_2$ /хв/1 мг білка	6,2 ± 1,3 мМ $H_2O_2$ / хв/1 мг білка	7,53 ±1,8 мМ $H_2O_2$ / хв/1 мг білка	8,2 ±1,9 мМ $H_2O_2$ /хв/1 мг білка
<b>Гумусові сапротрофи</b>						
<i>Cantharellus cibarius</i>	22,8±6,1	23,7±7,4	2,0±0,9	22,4±2,3	14,1±1,9	8,2±1,1
<i>Muscena leptoccephala</i>	40,7±4,2	33,4±6,7	1,2±0,2	1,1±0,7	13,7±1,6	13,5±1,5
<i>Polyporus umbellatus</i>	38,1±4,0	33,2±3,8	5,6±0,1	5,8±0,2	11,8±1,2	12,0±1,1
<i>Mutinus caninus</i>	22,3±3,4	21,3±5,4	5,7±0,2	5,9±0,1	7,2±0,6	8,3±0,4
<i>Anthurus archeri</i>	22,7±5,6	20,9±5,4	5,5±0,8	5,4±0,7	13,1±1,2	9,8±0,8
<b>Мікоризозалежні види</b>						
<i>Boletus edulis</i>	35,4±3,3	27,3±2,2	6,5±0,4	6,7±0,8	12,4±1,18	9,9±1,4
<i>Catathelasma imperiale</i>	43,7±4,8	24,2±2,2	6,3±0,5	8,7±0,9	15,4±1,6	16,2±1,7
<i>Leccinum scabrum</i>	22,3±2,1	23,6±2,2	10,1±1,2	12,3±1,1	14,5±1,2	17,7±2,0
<i>Amanita rubescens</i>	37,4±3,2	26,7±2,2	7,7±0,9	7,9±1,1	9,2±1,2	14,2±1,3
<i>Russula rosea</i>	38,3±3,2	33,2±2,1	7,7±0,8	7,8±0,6	7,3±1,1	8,6±1,3
<i>Russula turci</i>	38,3±3,4	22,7±2,3	10,1±0,2	12,2±0,3	16,5±1,7	17,4±1,8
<i>Boletus regius</i>	35,6±3,8	36,7±3,9	8,8±0,7	8,9±0,8	17,0±1,4	18,2±1,9
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	38,7±3,4	26,8±2,9	5,8±0,2	6,3±0,3	14,0±1,4	13,2±1,2
<b>Ксилотрофи</b>						
<i>Hericium coralloides</i>	21,9±2,4	21,3±2,2	5,9±0,9	6,3±1,1	17,6±2,2	12,4±2,6
<i>Grifola frondosa</i>	29,5±3,1	24,5±2,5	15,6±1,8	14,0±2,1	12,0±1,6	10,1±1,3
<i>Laetiporus sulphureus</i>	26,6±3,0	24,4±2,7	5,9±2,0	6,7±2,2	14,5±1,6	15,0±1,8
<i>Piptoporus betulinus</i>	21,2±2,0	22,8±3,0	5,6±1,2	6,4±2,0	12,0±1,4	13,3±1,8
<i>Fomes fomentarius</i>	29,3±3,3	22,6±2,2	11,1±1,2	8,9±1,1	14,5±1,3	13,3±2,0
<i>Hericium alpestre</i>	26,6±2,5	25,8±2,8	5,8±0,7	6,6±0,9	16,7±1,9	7,8±0,9
<i>Antrodia ramantaceae</i>	27,2±2,5	25,0±2,3	6,1±0,8	6,7±0,9	13,3±1,5	14,0±1,2
Етиловий спирт (без грибного екстракту)	22,0±2,0	22,6±2,1	5,8±0,8	6,9±1,2	7,5±0,8	8,3±0,7

Можливо, додавання у культуральне середовище екстрактів окремих макроміцетів може супроводжуватися генерацією активних форм кисню (АФК), як це має місце при дії лікарських засобів, теплового шоку, хімічних агентів, тощо [13]. В свою чергу, підвищення вмісту АФК супроводжується зміною антиоксидантно-прооксидантної рівноваги у клітині, що повинно бути компенсоване або підвищенням активності ферментів антиоксидантного захисту, або збільшенням їх кількості, інакше призведе до загибелі клітини [14]. У випадку, якщо підвищення вмісту АФК не є летальним (а для *E.coli* це 5 мМ

концентрація  $H_2O_2$  в середовищі), то, імовірно, має місце індукція каталазної активності.

У випадку додавання до суспензій бактерій спиртових екстрактів грибів, застосування яких не супроводжувалося формуванням вираженої зони інгібування росту бактерій *E. coli*, *M. luteus* (*Anthurus archeri*, *Mutinus caninus*, *Hericium coralloides*), достовірних змін каталазної активності не фіксували, як і не фіксували суттєвих відхилень у випадку застосування 38 % етанолу. Відомо, що протимікробна дія спирту, як антисептика аліфатичного ряду, полягає у тому, що він діє як водовідбірний агент і тому здатен

викликати денатурацію білків протоплазми мікроорганізмів. Однак, очевидно, вмісту внесеного в експерименті спирту (1 %) недостатньо для значних денатуративних змін чи інших впливів на каталазну активність, і тому показники активності цього ферменту залишалися на рівні контрольних величин.

Дані літератури засвідчують, що бактерії конститутивно синтезують ферменти антиоксидантного захисту, а також володіють механізмами адаптивної відповіді, завдяки яким попередня дія малих доз оксидантів викликає підвищену стійкість до наступної дії великих доз [15]. Ензимна активність мікроорганізмів істотно залежить від фази розвитку культури і може змінюватись впродовж росту бактерій. Найбільша активність ферментів, зазвичай, спостерігається у фазі експоненціального росту. Разом із тим показано, що пік активності каталази у різних мікроорганізмів може припадати на різні стадії розвитку культури. Так, у *B. subtilis* (Ehrenberg) Sohn пік активності каталази припадає на логарифмічну фазу росту, тоді як у *Streptomyces coelicolor* (Muller) Waksman and Henrici – на стаціонарну фазу. Пригнічення активності каталази, аж до її повного інгібування – ознака того, що, бактеріальні клітини можуть припинити свою життєдіяльність. У міру

старіння культури має місце тенденція до зниження активності ферменту [16]. В нашому експерименті вища каталазна активність тест-штамів бактерій (контрольні величини) припала на другу добу експерименту, що підтверджує думку залежності ензимної активності від доби культивування.

Отже, досліджуючи каталазну активність бактерій за дії спиртових екстрактів різних видів грибів ми, як і у випадку дослідження їх здатностей інгібувати бактеріальний ріст, не виявили певних трофічних закономірностей впливу на активність цього ферменту антиоксидантного захисту. При цьому, випробувані екстракти із антибактеріальною дією можна розглядати як такі, що зумовлюють не бактеріцидний, а бактеріостатичний ефект, оскільки вони пригнічують ріст бактерій, однак не припиняють їх життєдіяльність повністю.

Досліджуючи супероксиддисмутазну активність бактерій, вирощених із додаванням спиртових екстрактів грибів, було встановлено, що значні зміни цього показника відносно контрольних величин мали місце за умови, що діаметр зони інгібування росту мікроорганізмів становив не менше 8 мм (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив етилових екстрактів макроміцетів-на супероксиддисмутазну активність (в ум.од./хв·мг білка) M±m, n=3**

Тест-культура	<i>E. coli</i> X-Blue		<i>M. luteus</i> ATCC 10240		<i>B. spizizeni</i> ATCC 6683	
	1	2	1	2	1	2
Контроль (без етилового спирту та без грибного екстракту)	23,1±2,24	24,7±2,31	6,06±0,64	8,13±0,76	38,10±5,03	39,09±4,08
<b>Гумусові сапротрофи</b>						
<i>Cantharellus cibarius</i>	24,27±2,18	26,28±2,19	84,32±8,43	64,25±6,73	58,54±4,34	39,27±3,13
<i>Mycena leptoccephala</i>	38,37±3,07	36,22±3,57	132,12±6,11	104,7±9,37	56,34±6,02	37,27±3,05
<i>Polyporus umbellatus</i>	31,22±2,16	30,56±3,08	7,88±0,82	9,31±0,45	44,12±3,96	37,74±3,22
<i>Mutinus caninus</i>	42,33±5,19	40,44±4,77	6,96±0,85	8,17±0,77	43,37±3,96	38,18±3,87
<i>Anthurus archeri</i>	24,24±1,88	21,67±1,94	6,26±0,45	7,41±0,89	65,25±6,93	41,22±3,08
<b>Мікоризозалежні види</b>						
<i>Boletus edulis</i>	33,24±4,08	29,89±2,72	6,65±1,74	8,34±0,19	45,16±5,45	39,78±4,08
<i>Catathelasma imperiale</i>	33,67±3,45	27,29±2,81	10,17±2,08	16,71±1,83	58,12±6,12	41,34±5,19
<i>Leccinum scabrum</i>	24,17±2,23	23,18±2,26	22,63±2,09	34,61±3,22	56,89±6,02	39,97±4,12
<i>Amanita rubescens</i>	31,22±4,06	30,37±3,81	18,21±1,91	25,23±2,51	43,33±5,23	39,12±5,12
<i>Russula rosea</i>	48,29±5,07	45,55±3,98	22,18±0,95	33,41±3,67	39,22±4,09	38,68±4,09
<i>Russula turci</i>	30,91±4,70	28,78±3,08	9,24±0,91	15,72±1,92	68,97±8,14	40,45±5,12
<i>Boletus regius</i>	31,11±3,12	29,78±2,18	9,17±0,78	16,56±1,78	70,78±7,31	40,76±5,13
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	41,06±4,08	40,78±4,04	11,23±1,17	16,92±1,78	45,56±4,67	37,68±4,13
<b>Ксилотрофи</b>						
<i>Hericium coralloides</i>	24,15±2,15	24,25±3,04	6,23±0,56	8,14±0,70	66,87±5,65	41,24±3,17
<i>Grifola frondosa</i>	41,88±4,19	39,78±4,04	26,18±2,77	35,02±4,97	48,17±4,34	38,22±3,22
<i>Laetiporus sulphureus</i>	31,89±3,22	34,07±3,72	6,73±0,77	7,76±0,81	65,21±7,13	37,38±3,13
<i>Piptoporus betulinus</i>	23,38±2,27	22,12±2,12	6,51±0,23	8,71±0,21	46,88±5,03	40,03±4,09
<i>Fomes fomentarius</i>	31,13±2,18	32,43±3,21	10,12±1,23	16,09±1,95	61,27±4,18	38,78±3,90
<i>Hericium alpestre</i>	31,65±3,15	32,27±4,22	6,12±0,45	8,45±0,17	65,24±6,54	29,31±3,11
<i>Antrodia ramantaceae</i>	34,35±4,85	33,18±3,81	6,27±0,5	8,13±0,27	56,21±5,21	39,19±4,78
Етиловий спирт (без грибного екстракту)	25,61±2,78	24,92±2,61	6,37±0,44	8,41±0,45	40,67±4,12	39,22±4,89

Так, супероксиддисмутазна активність *B. spizizeni* зростає на 40–80 % на 24-у годину експерименту з

екстрактами, застосування яких супроводжується формуванням 10 мм зони інгібування росту, але вже

через 48 годин експерименту показники СОД активності *B. spizizeni* знижуються до величин контролю.

Супероксиддисмутазна активність *E. coli* зростає на 24-у годину експерименту в 1,4–1,6 рази відносно контрольних величин навіть при застосуванні екстрактів, які провокували інгібування росту культур у 8 мм діаметром. Ферментативна активність цього ензиму антиоксидантного захисту залишається високою і на 48-у годину експерименту (в 1,2–1,3 рази).

Досліджуючи супероксиддисмутаазну активність *M. luteus* (контрольний варіант) виявили відносно низькі, порівняно з іншими тест-культурами, показники ензимної активності (табл. 3). Відомо, що СОД *M. luteus* є конститутивним ферментом, тому за відсутності стресових факторів ендогенна активність цього ензиму є доволі низькою – 6–8 ум.од. [17]. При інкубації культури бактерій із екстрактами грибів, що виявляли інгібуючий ефект на ріст мікроорганізмів діаметром 8–12 мм, підвищення супероксиддисмутаазної активності було порівняно не таким значним (в 2–3 рази) ніж при інкубації бактерій *M. luteus* із екстрактами, які демонстрували вищі показники інгібування росту в експерименті, в цьому випадку ферментативна активність зростала у 8–10 разів. Відсутність інгібуючого впливу екстракту на ріст *M. luteus* не супроводжувалося достовірними змінами СОД активності відносно контрольних величин.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що здатність інгібувати ріст мікроорганізмів для спиртових екстрактів грибів – гумусових сапротрофів (*Cantharellus cibarius*, *Mycena leptoccephala*, *Polyporus umbellatus*, *Mutinus caninus*, *Anthurus archeri*) ксилотрофів (*Hericium coralloides*, *H. alpestre*, *Grifola frondosa*, *Laetiporus sulphureus*, *Piptoporus betulinus*, *Fomes fomentarius*, *Antrodia ramantaceae*) та мікоризозалежних грибів

## ЛІТЕРАТУРА

1. Dai, Y.C., Cui, B.K., Si J., He, S.H. et al. – Dynamics of the worldwide number of fungi with emphasis on fungal diversity in China. *Mycology Progress*. 2015, 14(62), 1–9.
2. Kopylchuk, H., Voloshchuk, O., Pasailiuk, M. Comparison of total aminoacid compositions, total phenolic compounds, total flavonoid content,  $\beta$ -carotene content and hydroxylradical scavenging activity in four wild edible mushrooms. *Italian Journal of Mycology*, 2023, 52(1), 112–125.
3. Дідух Я. П. Червона книга України. Рослинний світ. К.: Глобал-консалтинг, 2009; с 799, 801, 802, 804, 813, 817, 819, 825, 829.
4. Зерова М. Я., Слін Ю. Я., Козьяков С. М. Гриби: істинні, умовно істинні, неістинні, отруйні. Київ: Урожай, 1979. 232 с.
5. Шалай Я.Р. Роль вільно радикальних процесів у антинеопластичній активності похідних тіазолу: дис. на здобуття д-ра філософії., Львів, 2019, 151 с.
6. Компанець І.В., Остапченко Л.І. Дослідження мембранних білків та ліпідів: Навчальний посібник (для студентів НЦЦ «Інститут біології»), 2013. 159 с.
7. Quereshi, S.; Pandey, A.K.; Sandhu, S.S. Evaluation of antibacterial activity of different *Ganoderma lucidum* extracts. *PJSR* 2010, 3, 9–13.
8. Sułkowska-Ziaja, K.; Trepa, M.; Olechowska-Jarząb, A.; Nowak, P.; Ziaja, M.; Kała, K.; Muszyńska, B. Natural Compounds of Fungal Origin with Antimicrobial Activity—Potential Cosmetics Applications. *Pharmaceuticals* 2023, 16, 1200. <https://doi.org/10.3390/ph16091200>
9. Barros, L., Venturini, B.A., Baptista, P., Estevinho, L.M., Ferreira, I.C.F.R. Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: A comprehensive study. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 3856–3862.

(*Boletus edulis*, *B. regius*, *Catathelasma imperiale*, *Leccinum scabrum*, *Amanita rubescens*, *Russula rosea*, *Russula turci*, *Strobilomyces strobilaceus*) є ознакою видоспецифічною і не залежать від трофічної приналежності грибів. Найвищі показники інгібування росту тест-культур продемонстрували етанолові екстракти *Cantharellus cibarius*, *Grifola frondosa*, *Laetiporus sulphureus*, *Leccinum scabrum*, *Mycena leptoccephala*, *Russula rosea*, *Strobilomyces strobilaceus*.

Екстракти макроміцетів, що провокували інгібування росту культур, зумовлювали зміни СОД активності досліджуваних бактерій: при інкубації культури *M. luteus* із екстрактами грибів, що виявляли інгібуючий ефект на ріст мікроорганізмів діаметром 8–12 мм, супероксиддисмутазна активність зростала в 2–3 рази, при інкубації бактерій *M. luteus* із екстрактами, які зумовлювали інгібування росту діаметром більш ніж 12 мм, ферментативна активність зростала у 8–10 разів. СОД активність *B. spizizeni* підвищувалася на 40–80 % на 24-у годину експерименту з екстрактами, застосування яких супроводжується формуванням 10 мм зони інгібування росту, але вже через 48 годин експерименту показники СОД активності *B. spizizeni* знижувалися до величин контролю. СОД активність *E. coli* зростала на 24-у годину експерименту в 1,4 –1,6 рази відносно контрольних величин навіть при застосуванні екстрактів, які провокували інгібування росту культур у 8 мм діаметром і залишалася високою і на 48-у годину експерименту (в 1,2–1,3 рази).

Досліджуючи каталазу активність бактерій за дії екстрактів різних видів грибів ми не виявили певних трофічних закономірностей прояву активності цього ферменту.

Усі тестовані екстракти грибів можна розглядати як такі, що зумовлюють не бактерицидний, але бактеріостатичний ефект, оскільки вони пригнічують ріст бактерій, не вбиваючи їх.

10. Turkoglu, A., Duru, M.E., Mercan, N., Kivrak, I., Gezer, K. Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Food Chem.* 2006, 101, 267–273.
11. Бисько Н.А., Бабицкая В.Г., Бухало А.С., Круподерова Т.А., Ломберг м.Л., Михайлова О.Б., Пучкова Т.А., Соломко Э.Ф., Щерба В.В. Биологические особенности лекарственных макроміцетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах. Т. 2. под ред. С.П. Вассера) Киев, 2012. – 459 с.
12. Kapoor, G., Saigal, S., Elongavan, A. Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2017 33(3):300-305. doi: 10.4103/joacr.JOACP\_349\_15.
13. Лушак В.І. Окислювальний стрес і механізми захисту від нього у бактерій. *Біохімія*. 2001. Т. 66. С. 592–609.
14. Колупасв Ю.Є., Обозний О.І. Активні форми кисню і антиоксидантна система при перехресній адаптації рослин до дії абіотичних стресорів. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2013. Серія біологія. Вип. 3 (30). С. 18–31.
15. Imlay JA. The molecular mechanisms and physiological consequences of oxidative stress: lessons from a model bacterium. *Nat Rev Microbiol.* 2013 Jul;11(7):443–54. doi: 10.1038/nrmicro.3032. Epub 2013 May 28. PMID: 23712352; PMCID: PMC4018742.
16. Фуртат І.М., Куниця Н.І. Вплив умов культивування на каталазу активність штаму *Corynebacterium ammoniagenes* УКМ Ас-732. *Наукові записки. Біологія та екологія*. 2010. Т. 106. С. 33–37.
17. Margino S., Martani E., MagdalenaM. Superoxide Dismutase of *Micrococcus* sp. S2 and its Involve in Paraquat Detoxification. *Indonesian Journal of Biotechnology*. 2007. Vol. 12, № 1. P. 973–979.



## Північноамериканські деревні рослини в культурфїтоценозах Волинської області

Лариса Коцун, Борис Коцун, Людмила Савчук

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: kocun.larisa@vnu.edu.ua, kocun.boris@vnu.edu.ua

Отримано: 14.09.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Проведена у 2019–2023 роках інвентаризація культурфїтоценозів Волинської області виявила у їх складі 53 види деревних рослин із Північної Америки, що належать до відділів *Pinophyta* та *Angiosperms*, 24 родин та 35 родів. Найчисленнішими за кількістю видів є родини *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*. За біоморфами переважають фанерофіти (51 вид). Ціком зимостійкими є 48 видів, 25 видів в культурі не здатні до самостійного розмноження. Проходять повний життєвий цикл та здатні давати самосів 16 видів, вегетативно розмножуються – 12 деревних рослин. За ступенем натуралізації розподіл наступний: агріофітів – 8, епекофітів – 14, колонофітів – 6 видів. Потенційну загрозу для біорізноманіття регіону становлять *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Padus serotina*.

**Ключові слова:** інтродукція, Північна Америка, деревні рослини, інвазія, натуралізація, Волинська область.

## North American woody plants in the cultivated phytocoenoses of the Volyn Region

Larisa Kocun, Boris Kocun, Liudmila Savchyk

Lesya Ukrainka Volyn European National University Lutsk, Ukraine

Correspondence: kocun.larisa@vnu.edu.ua, kocun.boris@vnu.edu.ua

**Abstract.** The inventory of cultural phytocoenoses of the Volyn region conducted in 2019–2023 revealed 53 species of North American woody plants belonging to the divisions *Pinophyta* and *Angiospermae*, 24 families and 35 genera. The families with the most species are *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Fabaceae* and *Rosaceae*. The richest genera are *Picea* and *Pinus*. According to their biormorphs, the woody plants studied belong to the phanerophytes (51 species) and the chamephytes (2 species). Among the phanerophytes, the group of microphanerophytes is the most numerous – 26 species. There are 48 species of woody plants that are completely hardy. Only 4 species have one- to two-year-old shoots that can freeze (*Abies concolor*, *Liriodendron tulipifera* (young plants), *Mahonia aquifolium*, *Phyladelphus grandiflorus*). The leaf tips of *Yucca filamentosa* are damaged in cold winters. 25 species in culture are not able to reproduce independently. Only 16 species go through a complete life cycle and are capable of self-seeding. Vegetatively propagated in culture are 12 species of woody plants. The degree of naturalisation is dominated by ephecophytes that spread in anthropogenically altered areas. These include *Parthenocissus quinquefolia*, *Acer saccharinum*, *Gleditsia triacanthos*, *Physocarpus opulifolia*, *Gymnocladus dioicus*, *Cercis canadensis*, *Celastrus scandens*, *Rhus typhina*, etc. The agriophyte group includes 8 species and the colonophyte group 6 species. Agriophytes that have overcome the reproductive barrier, become fully naturalised and are able to spread from cultivated areas into semi-natural and natural phytocoenoses, altering their structure, pose a potential threat to the region's biodiversity. These include *Aser negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia* and *Padus serotina*. Floristic studies of the natural habitats of Volyn Polissia carried out in recent years have shown the spread of other North American species in the forests: *Quercus rubra*, *Aronia melanocarpa*, *Amaelanchier spicata*.

**Key words:** introduction, North America, woody plants, invasion, naturalisation, Volyn region.

### ВСТУП

Глобальні зміни клімату та посилення антропогенного навантаження на довкілля вимагає пошуку

та введення в культуру регіону стійких до цих викликів видів деревних рослин. Важливим джерелом поповнення різноманіття флори певної території є інтродукція. У наш час у Волинській області для

озеленення використовується 338 видів та 14 гібридів деревних рослин, з яких 275 становлять інтродуценти [4]. Значний інтерес становлять вихідці із Північної Америки, більшість яких володіє декоративними та господарсько-цінними властивостями. Проте чимало їх представників в культурі повністю натуралізувались та становлять загрозу для природних фітоценозів.

Вивченню деревних рослин, які походять із Північної Америки, присвячені роботи Немерцалова С. Г., Коваленко Т. В., Васильєва В. В. [6], Колеснікова Л. О., Колеснікової О. Л. [2]. Деревні інтродуценти у культурфітоценозах м. Луцька висвітлені в роботах Ковальчук Н. П. [1], Шепелюк М. О. [13, 14], Шепелюк М., Рибак Ю. [15]. Хвойні рослини у насадженнях досліджувала Ціхоцька В.-В. В. [12]. Фітоценотичну активність деревних рослин у насадженнях Волинської області з'ясували Коцун Л. О., Кузьмішина І. І., Коцун Б. Б. [4], Коцун Л., Кузьмішина І. [5]. Стану дендрофлори та участі у ній рослин із Північної Америки у насадженнях України присвячені роботи Покотилова К. Г. [7], Потоцької С. О. [8], Спрягайло О. В. [11].

Мета дослідження – з'ясувати таксономічний склад північно-американських видів деревних рослин у культурфітоценозах Волинської області та проаналізувати їх біоекологічні особливості і наслідки введення в культуру.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами дослідження слугували деревні рослини антропогенних комплексів Волинської області (парки культури та відпочинку, старовинні садибні парки, лісопарки, дендрарії лісництв та шкіл, зелені насадження міст тощо). Польові дослідження проводили впродовж 2019–2023 років маршрутно-експедиційним методом. Видовий склад визначався за допомогою дендрологічних визнач-

ників, їх номенклатурні назви подано з урахуванням роботи Mosyakin S., Fedoronchuk M. [17]. У роботі використано методику М. А. Кохна [3] для визначення комплексного акліматизаційного числа (А). Повний ступінь акліматизації в ній характеризується показником у 100 балів, добрий – 80–99, задовільний – 60–79, слабкий – 40–59. Аналіз натуралізації адвентивних рослин проведений за класифікацією А. Теллунга, Я. Корнася, у модифікації В. В. Протопопової [10].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В результаті проведених досліджень культурфітоценозів Волинської області нами виявлено 53 види деревних рослин, батьківщиною яких є Північна Америка. Згідно систематичного аналізу, їх відносять до двох відділів: *Pinophyta* та *Angiosperms*, 24 родин та 40 родів. Найчисленнішими за кількістю видів є родини *Pinaceae* (8; 15,1 %), *Cupressaceae* (7; 13,2 %), *Fabaceae* (6; 11,3 %), *Rosaceae* (5; 9,4 %). Найбагатшими родами є *Picea* та *Pinus* – по 3 види.

Біоморфологічний аналіз, проведений за Х. Раункієром засвідчив, що досліджувані види рослин належать до 2 біоморф – фанерофіти та хамефіти. Фанерофіти розподілені на 4 групи:

- 1) мегафанерофіти: а) зимовозелені дерева – 1 вид (1,9 %); б) листопадні дерева – 3 види (5,7 %);
- 2) мезофанерофіти: а) зимовозелені дерева – 6 видів (11,3 %); б) листопадні дерева та ліани – 11 видів (20,8 %);
- 3) мікрофанерофіти: а) зимовозелені дерева/чагарники – 7 видів (13,2 %); б) листопадні дерева/чагарники/ліани – 19 видів (35,8 %);
- 4) нанофанерофіти: а) зимовозелені чагарники – один вид (1,9 %); б) листопадні чагарники – 3 види (5,7 %). Із хамефітів зростає 2 види вічнозелених чагарників (3,8%).

Таблиця 1

### Північноамериканські види дерев та кущів в культурфітоценозах Волинської області

Вид	Біоморфа за Х. Раункієром	Акліматизаційне число	Зимостійкість	Спосіб самостійного розмноження	Ступінь акліматизації
1	2	3	4	5	6
Відділ <i>Pinophyta</i>					
Родина. 1. <i>Pinaceae</i> Lindl.					
<i>Abies concolor</i> (Gord. & Glend.) Lindl. ex Hildebr.	М	83	II	–	добрий
<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss	М	95	I	–	//-
<i>P. engelmannii</i> (Parry) Engelm.	ММ	95	I	–	//-
<i>P. pungens</i> Engelm.	ММ	95	I	–	//-
<i>Pinus banksiana</i> Lamb.	М	100	I	Н	повний
<i>P. strobus</i> L.	ММ	95	I	–	добрий
<i>P. ponderosa</i> Dougl.	ММ	95	I	–	//-
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	МФ	95	I	–	//-

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Родина 2. <i>Cupressaceae</i> Rich. ex Bartl.					
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murr.) Parl.	M	90	I	–	–/–
<i>Ch. thyoides</i> (L.) Britt.	M	85	I	–	–/–
<i>Cupressus nootkatensis</i> D. Don.	M	85	I	–	–/–
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench	Ch	82	I	B	–/–
<i>J. virginiana</i> L.	M	90	I	–	–/–
<i>Thuja occidentalis</i> L.	MM	95	I	–	–/–
<i>Th. plicata</i> D. Don.	MM	95	I	–	–/–
Відділ <i>Angiosperms</i>					
Родина 3. <i>Magnoliaceae</i> Juss.					
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	MM	85	II	–	–/–
Родина 4. <i>Calycanthaceae</i> Lindl.					
<i>Calycanthus floridus</i> L.	N	95	I	–	–/–
Родина 5. <i>Hamamelidaceae</i> R.Br.					
<i>Hamamelis virginiana</i> L.	M	95	I	–	–/–
Родина 6. <i>Grossulariaceae</i> DC.					
<i>Ribes aureum</i> Pursh	M	95	I	B	–/–
Родина 7. <i>Berberidaceae</i> Juss.					
<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt.	N	82	II	B	–/–
Родина 8. <i>Ulmaceae</i> Mirb.					
<i>Celtis occidentalis</i> L.	MM	95	I	–	–/–
Родина 9. <i>Fagaceae</i> Dumort.					
<i>Quercus rubra</i> L.	MM	100	I	H	повний
<i>Q. imbricaria</i> Michx.	M	95	I	–	добрий
Родина 10. <i>Juglandaceae</i> DC. ex Perleb					
<i>Juglans cinerea</i> L.	MM	100	I	H	повний
<i>J. nigra</i> L.	MM	100	I	H	–/–
Родина 11. <i>Salicaceae</i> Mirb.					
<i>Populus balsamifera</i> L.	MF	95	I	–	добрий
<i>P. deltoides</i> Marsh.	MF	95	I	–	–/–
Родина 12. <i>Rosaceae</i> Juss.					
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch	M	100	I	H, B	повний
<i>Aronia melanocarpa</i> L.	M	100	I	H, B	–/–
<i>Crataegus submollis</i> Sarg.	M	95	I	–	добрий
<i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Borkh.	M	100	I	H	повний
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	M	100	I	H, B	–/–
Родина 13. <i>Fabaceae</i> Lindl.					
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	M	100	I	H, B	–/–
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	MM	100	I	H, B	–/–
<i>R. viscosa</i> L.	M	100	I	H, B	–/–
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	MM	100	I	H	–/–
<i>Gymnocladus dioica</i> (L.) C. Koch	MM	95	I	B	добрий
<i>Cercis canadensis</i> L.	M	95	I	B	–/–
Родина 14. <i>Celastraceae</i> R.Br.					
<i>Celastrus scandens</i> L.	M	95	I	B	–/–
Родина 15. <i>Elaeagnaceae</i> Adans.					
<i>Elaeagnus argentea</i> Pursh	M	95	I	B	–/–
Родина 16. <i>Rutaceae</i> Juss.					
<i>Ptelea trifoliata</i> L.	M	85	I	–	добрий
Родина 17. <i>Malvaceae</i> Juss.					
<i>Tilia americana</i> L.	MM	95	I	–	–/–
Родина 18. <i>Sapindaceae</i> Juss.					
<i>Acer negundo</i> L.	MM	100	I	H	повний
<i>A. saccharinum</i> L.	MF	100	I	H	–/–
Родина 19. <i>Anacardiaceae</i> R.Br.					
<i>Rhus typhina</i> L.	M	95	I	B	добрий

1	2	3	4	5	6
Родина 20. <i>Vitaceae</i> Juss.					
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	ММ	100	I	Н, В	повний
Родина 21. <i>Bignoniaceae</i> Juss.					
<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	М	82	I	В	добрий
<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	М	85	I	–	-/-
<i>C. speciosa</i> Warder.	М	85	I	–	-/-
Родина 22. <i>Hydrangeaceae</i> Dumort.					
<i>Hydrangea arborescens</i> L.	Н	85	I	В	добрий
<i>Phyladelphus grandiflorus</i> Willd.	М	82	II	–	-/-
Родина 23. <i>Caprifoliaceae</i> Juss.					
<i>Symphoricarpos rivularis</i> Suksdorf	Н	100	I	Н, В	повний
Родина 24. <i>Asparagaceae</i> Juss.					
<i>Yucca filamentosa</i> L.	Ch	73	II	В	задовільний

**Біоморфа:** MF – мегафанерофіт (понад 30 м); ММ – мезофанерофіт (8–30 м); М – мікрофанерофіт (2–8 м); N – нанофанерофіт (нижче 2 м); Ch – хамефіт.

Як видно із таблиці, цілком зимостійкими є виключна більшість досліджуваних деревних рослин (48 видів або 90,6 %). Одно-дворічні пагони здатні обмерзати лише у 4 видів (7,5 %) (*Abies concolor*, *Liriodendron tulipifera* (молоді рослини), *Mahonia aquifolium*, *Phyladelphus grandiflorus*). У *Yucca filamentosa* в холодні зими ушкоджуються кінчики листків. У 11 видів (20,8 %) дещо нижчі показники акліматизації пояснюються відсутністю насінневого поновлення. Лише *Yucca filamentosa* має задовільний показник акліматизації, що пояснюється двома факторами: нижчою зимостійкістю та відсутністю плодоношення. Майже половина досліджуваних видів (25, або 47,2 %) в культурі не здатні до самостійного розмноження. Серед них *Abies concolor*, *Juniperus virginiana*, *Thuja occidentalis*, *Picea pungens*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Pseudotsuga menziesii*, *Liriodendron tulipifera*, *Crataegus submollis*, *Platanus occidentalis*, *Catalpa bignonioides*, *Pinus strobes*, *Quercus imbricaria* тощо. Проходять повний життєвий цикл та здатні давати самосів 16 видів (30,2 %). Це, наприклад, *Pinus banksiana*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *A. saccharinum*. Вегетативно розмножуються в культурі 12 видів (22,6 %) деревних рослин. До них належать *Juniperus horizontalis*, *Rhus typhina*, *Celastrus scandens*, *Yucca filamentosa* тощо.

За ступенем натуралізації досліджувані деревні рослини належать до 3 груп. Найчисленнішою є група епекофітів – 14 видів (26,4 %), які натуралізувались у антропогенних місцезростаннях. До них належать *Parthenocissus quinquefolia*, *Acer saccharinum*, *Gleditsia triacanthos*, *Physocarpus opulifolia*, *Gymnocladus dioicus*, *Cercis canadensis*, *Celastrus scandens*, *Rhus typhina* тощо. Група агріофітів нараховує 8 видів рослин (16,7 %). Ці рослини здолали репродуктивний бар'єр та здатні поширюватись від місць культивування у напівприродні та природні фітоценози. До них належать *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Amaelanchier spicata*, *Aronia melanocarpa*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *R. viscosa*, *Padus serotina*. Потенційну загрозу для біорізноманіття регіону становлять *Acer negundo*,

*Amorpha fruticosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Padus serotina*, які входять у природні фітоценози у ролі едификаторів та змінюють їх структуру. Висока насіннева продуктивність, утворення самосіву та значної кількості порослевих пагонів, здатність освоювати різні біотопи, ендозоохорія, аллопатична активність та інші якості забезпечують їм перевагу у конкуренції з аборигенними деревними рослинами регіону. Проведені впродовж останніх років флористичні дослідження природних біотопів Волинського Полісся засвідчили розселення у лісових масивах таких видів, як *Quercus rubra*, *Aronia melanocarpa*, *Amaelanchier spicata*. До колонофітів, які поширюються у місцях зростання материнських особин, належать 6 видів. Це, наприклад, *Yucca filamentosa*, *Juglans cinerea*, *J. nigra* тощо.

Високий інвазійний потенціал у всіх культурфітоценозах Волинської області проявляють *Acer negundo* та *Robinia pseudoacacia*, утворюючи монодомінантні насадження. З лісопарку «Дубечно» *Amorpha fruticosa* ввійшла у оточуючі його природні лісові фітоценози, утворивши густий моновидовий чагарниковий ярус на площі понад 3 га. У дендропарку «Байрак» *Robinia viscosa* на площі біля 1 га витіснила підріст аборигенних видів дерев та кущів, утворивши суцільні зарості. Навколо ставків у цьому антропогенному комплексі домінантом виступає *Padus serotina*, яка витісняє аборигенні види деревних рослин (вільху чорну, різні види верб) у прибережній смузі шириною 5–10 м. В цьому ж об'єкті на площі понад 0,2 га інтенсивно поширюється по деревних рослинах ліана *Celastrus scandens*. В центральному парку культури та відпочинку імені Лесі Українки міста Луцька в останні роки високу фітоценотичну активність проявляє *Parthenocissus quinquefolia*, піднімаючись по деревах, а за їх відсутності утворює наземну форму, укорінюється та стелиться по ґрунті, формуючи непрохідні хащі на площі понад 1 га. Поширюючись у фітоценозах, північно-американські агріофіти відіграють роль віолентів, змінюючи умови існування ценозів, забезпечуючи у них свою життєздатність, негативно впливають на їх видовий склад і структуру, спри-



яючи в підсумку їх трансформації та утворенню монодомінантних насаджень.

## ВИСНОВКИ

У культурфітоценозах Волинської області зростає 53 види деревних рослин із Північної Америки, серед яких велика кількість господарсько-цінних рослин. Більшість видів деревних рослин успішно

натуралізувались, а значна частина зайняла досить міцні позиції в антропогенних комплексах регіону. Найбільшу загрозу для біорізноманіття аборигенної флори становлять агріофіти, які здатні швидко освоювати природні та напівприродні біотопи. Враховуючи небезпеку для місцевої флори, яку можуть нести чужорідні види північноамериканського походження, вони потребують постійного контролю в регіоні дослідження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук, Н. П. Зелені насадження зеленої зони м. Луцька як об'єкт заповідання і охорони. *Науковий вісник. Заповідна справа і охорона природи*. Вип. 14.8. 2004. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zeleni-nasadzhennya-zelenoyi-zoni-m-lutska-yak-obekti-zapovidannya-i-ohoroni/viewer>
2. Колесніков, Л. О.; Колеснікова, О. Л. Флора Сполучених Штатів Америки та суміжних країн Північної Америки у дендропарку Полтавської державної аграрної академії. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 22–27.
3. Кохно, Н. А.; Курдюк, А. М. Теоретичні основи та досвід інтродукції деревних рослин в Україні. Київ : Наук. думка, 1994. 185 с.
4. Коцун, Л.О.; Кузьмішина, І.І.; Коцун, Б.Б. Натуралізація деревних інтродуцентів у культурфітоценозах Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки*. 2017. №13. С. 62–68.
5. Коцун, Л.; Кузьмішина, І. Синантропна флора Волинської області : монографія. Луцьк: Друк ПП Іванюк В.П., 2016. 186 с.
6. Немерцалов, С.Г.; Коваленко, Т.В.; Васильєва, В.В. Деревно-кущові рослини американського походження у флорі міста Одеси. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.5. С. 133–139.
7. Покотилова, К.Г. Структура дендрофлори штучних пам'яток природи Рівненської області. *Екологічні науки*. Вип. 3 (22). URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/3/30.pdf> 153-158
8. Потоцька, С. О. Аналіз сучасного стану дендрофлори та перспективи оптимізації насаджень міста Чернівці. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій. Біологія*. 2014. №11. С. 226–231.
9. Протопопова, В.В.; Шевера, М.В. Фітоінвазії. I. Аналіз основних термінів. *Промышленная ботаника*. 2005. Вып. 5. С. 55-60.
10. Протопопова, В.В.; Шевера, М.В. Фітоінвазії. II. Аналіз основних класифікацій, схем і моделей. *Промышленная ботаника*. 2012, Вып. 12. С. 88-95.
11. Спрягайло, О.В. Ботаніко-географічний аналіз культивованої дендрофлори Середнього Подніпров'я. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.8. С. 75-81.
12. Ціхоцька, В.В.В. Хвойні рослини парків-пам'яток садово-паркового мистецтва Волинської області. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.5. С.68-71.
13. Шепелюк, М. О. Оцінка морозостійкості інтродукованих видів деревних рослин в умовах Луцька. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Лісівництво та декоративне садівництво*. 2016. Вип.. 238. С. 207–214.
14. Шепелюк, М. О. Дендрофлора міста Луцька: формування, видовий склад, біологічні та екологічні особливості : автореф. дис. ... канд. с-г наук : 06.03.01. Київ, 2017. 24 с.
15. Шепелюк, М.; Рибак, Ю. Фітосанітарний стан зелених насаджень у міському озелененні Луцька. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2019, 3 (387). С. 52-58.
16. Kornaś, J. Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych. *Mater. Zakl. Fitosocjol. Stos. UW*. 1968. 25. S. 33-41.
17. Mosyakin, S.; Fedoronchuk, M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev: 1999. 346 p.



## Синантропні епіфітні бріоценози м. Ужгорода (Закарпатська область, Україна) та його околиць

Світлана Гапон<sup>1</sup>, Юрій Гапон<sup>2</sup>, Марина Кривцова<sup>3</sup>, Ярослава Гасинець<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Полтавський державний аграрний університет

<sup>2</sup> Полтавське вище міжрегіональне училище № 23

<sup>3</sup> ДНЗ «Ужгородський національний університет»

Адреса для листування: [gaponsv58@gmail.com](mailto:gaponsv58@gmail.com)

Отримано: 11.08.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Метою роботи було виявити основні риси структури синантропної рослинності мохоподібних міста Ужгород. Нами використані загальноприйняті методики флористичної класифікації, а класифікаційна схема рослинності побудована з врахуванням продромусу рослинності мохоподібних України [12]. Встановлено, що основу епіфітної мохової рослинності в цій урбоєкосистемі формують асоціації класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*, порядку *Orthotrichetalia*, союзів: *Ulotion crispae* (асс. *Orthotrichetum pallentis*, *Orthotrichetum speciosi*, *Pylaisietum polyantae*), *Syntrichion laevipilae* (*Orthotrichetum fallacis*), *Leskion polycarpae* (*Leskeetum polycarpae*). Подана коротка екологічна характеристика кожного синтаксону та зроблено їх порівняльний аналіз із відомими синтаксонами Лісостепу України й низки міст Лівобережного Придніпров'я.

**Ключові слова:** мохоподібні, епіфітні бріоценози, синантропна рослинність, Закарпатська низовина, еколого-флористична класифікація.

## Synanthropic epiphytic bryocoenoses of Uzhhorod (Carpathian region, Ukraine) and its environs

Svitlana Gapon<sup>1</sup>, Yurii Gapon<sup>2</sup>, Maryna Kryvtsova<sup>3</sup>, Yaroslava Gasynets<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Poltava State Agrarian University

<sup>2</sup> Poltava Higher Interregional School No. 23

<sup>3</sup> Uzhhorod National University"

Correspondence: [gaponsv58@gmail.com](mailto:gaponsv58@gmail.com)

**Abstract.** The moss vegetation of urban ecosystems in Ukraine has not been studied enough. The study of the bryophyte vegetation of the Transcarpathian lowland is still at the initial stage. The aim of the study was to identify the main features of the structure of synanthropic bryophyte vegetation in the city of Uzhhorod. In the course of the research, generally accepted methods of floristic classification of communities were used, and the classification scheme of vegetation was built taking into account the prodromus of bryophyte vegetation of Ukraine [12]. As a result of the original research of the moss cover of Uzhhorod and its environs, it was found that the epiphytic vegetation is formed by synanthropic bryocoenoses belonging to two classes, two orders, four unions and six associations. The basis of the epiphytic moss vegetation in the urban ecosystem of Uzhhorod is formed by associations of the class *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*, order *Orthotrichetalia*, unions: *Ulotion crispae* (associations: *Orthotrichetum pallentis*, *Orthotrichetum speciosi*, *Pylaisietum polyantae*), *Syntrichion laevipilae* (*Orthotrichetum fallacis*), *Leskion polycarpae* (*Leskeetum polycarpae*). The communities of the class *Cladonio digitatae-Lepidozietea reptantis*, order *Brachythecietalia rutabulo-salebrosi*, union *Bryo capillaris-Brachythecion rutabuli* (*Brachythecio salebrosi-Amblystegietum juratzkanii*) occur mainly in the basal part of forophyte trunks and on their protruding roots. A brief ecological description of each syntaxon is given and their comparative analysis with the known syntaxons of the Forest-Steppe of Ukraine and a number of cities of the Left Bank Dnipro River is made. The bryocoenoses identified by us within Uzhhorod and its environs occupy an intermediate position between the corresponding syntaxes of natural ecosystems of the Forest-Steppe of Ukraine and the urban ecosystems of the Left Bank Dnipro River basin by almost all criteria (number of species in the community, area of the community, etc.). Such a comparison is correct because the natural conditions of the Transcarpathian lowland are defined as identical to the Forest-Steppe zone.

**Key words:** bryophytes, epiphytic bryocoenoses, synanthropic vegetation, Transcarpathian lowland, ecological and floristic classification.



режного Придніпров'я – 17 видів [7]. Загальне проективне покриття видів в описах від 60 до 80 %. Середня кількість видів в описі 3,3 (у природних біоценозах – 3,6; урбоекосистемах ЛП також 3,3. Бріоугруповання асоціації приурочені переважно до стовбурової зони дерев і відмічені на *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. Біоценози є геліофітними та ксеромезофітними. Нами відзначені переважно в околицях міста.

Асоціація *Orthotrichetum speciosi* виявлена нами, як в урбоекосистемі міста, так і в його околицях. Частіше зустрічається в околицях міста, особливо в лісовому масиві району Червениця. Геоботанічних описів – 17. D.s. – *Lewinskya speciosa* (Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet. Видовий склад мохоподібних у біоценозах цієї асоціації складає 17 видів, у природних – 18 видів [3], в урбоекосистемах ЛП також 17 видів [6]. Загальне проективне покриття видів в описах від 60 до 80 %. Середня кількість видів в описі 3,6 (у природних екосистемах – 4,1 [3], урбоекосистемах ЛП – 3,0 [6]. Усталені бріоугруповання цієї асоціації сформовані тільки у стовбуровій зоні дерев і сягають двох метрів і більше висоти. Виявлені нами на *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. та інших форофітах. Відзначені при середньому та надмірному освітленні та недостатньому зволоженні.

Окрім району Червениця, угруповання асоціації було виявлено також на вулицях: Митна, Православна набережна, Північна, Золотиста.

Асоціація *Pylaisietum polyantae* є найпоширенішою у складі мохової епіфітної рослинності як у власне урбоекосистемі міста, так і в його околицях. Зважаючи на наші попередні дослідження, ми вважаємо її індикатором трансформованих територій [8]. Геоботанічних описів – 28. D.s. – *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp. У складі біоценозів асоціації 26 видів мохоподібних, тоді як у природних їх 32 види (від двох до восьми видів в угрупованні [3], в урбоекосистемах ЛП – 20 видів [6]. Загальне проективне покриття видів в описах від 80 до 100 %. Середня кількість видів в описі 3,6 (у природних – 4,4 [3]; урбоекосистемах ЛП – 3,2 [6]. Мохові угруповання цієї асоціації приурочені переважно до стовбурової зони дерев, рідше трапляються і в прикореневій частині. Виявлені нами на таких форофітах, як *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. та особливо видах родів *Salix* L., *Populus* L. За умовами зростання асоціація індиферентна щодо освітлення, зростає при недостатньому зволоженні.

Нами угруповання асоціації відмічені на деревах вздовж берегів річки Уж між транспортним та підвісним мостами, а також в Боздошському парку.

Асоціація *Orthotrichetum fallacis* є також достатньо поширеною в урбоекосистемі і за частотою трапляння є однією з найпоширеніших асоціацій у місті). Геоботанічних описів – 19. D.s. – *Orthotrichum pumilum* Sw. ex Anon. До складу її біоценозів входить 19 видів мохоподібних (у природних – 20, урбоекосистемах ЛП – також 19 видів) [3; 6]. Загальне проективне покриття видів в описах від 75 до

80 %). Середня кількість видів в описі 3,1 (у природних – 3,1, урбоекосистемах ЛП –3, 8) [3; 6]. Мохові угруповання асоціації відмічені нами тільки в стовбуровій зоні форофітів і виявлені на деревах з тріщинуватою корою, особливо часто трапляються на *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. і приурочені до середнього освітлення та недостатнього зволоження.

Нами угруповання асоціації відмічені у парках «Підзамковий», «Боздошський» у ботанічному саду Ужгородського національного університету.

Асоціація *Leskeetum polycarpae* є єдиним представником однойменного союзу і разом з біоценозами асоціації *Orthotrichetum fallacis*, *Pylaisietum polyantae* становить основу епіфітного мохового покриву в місті. Її угруповання трапляються найчастіше, а діагностичний вид *Leskea polycarpa* часто спороносить. Геоботанічних описів – 30. D.s. – *Leskea polycarpa* Hedw.

Видовий склад мохових угруповань налічує 24 види бріофітів (у природних екосистемах – 27, урбоекосистемах ЛП – 20 видів) [3; 6]. Загальне проективне покриття видів в описах від 65 до 100 %). Середня кількість видів в описі 3,4 (у природних – 4,2, урбоекосистемах ЛП –3, 0) [3; 6]. Біоценози даної асоціації є широко поширеними в урбоекосистемі міста та його околиць і приурочені переважно до стовбурової зони форофітів, хоча виявлялися нами і на виступаючих коренях та прикореневій зоні, особливо в околичних міських насадженнях.

Біоценози даної асоціації формуються при надмірному освітленні та середньому та недостатньому зволоженні.

Нами угруповання асоціації відмічені в мікрорайоні Червениця та на вулицях: Православна набережна, Київська набережна, Липова алея.

Асоціація *Brachythecio salebrosi-Amblystegietum juratzkani*.

Геоботанічних описів – 24. D.s. – *Brachythecium salebrosum* (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp., *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. Видовий склад мохів в угрупованнях даної асоціації налічує 22 види (у природних екосистемах та урбоекосистемах ЛП по 18 видів) [3; 6]. Загальне проективне покриття видів в описах від 65 до 90 %). Середня кількість видів в описі 3,8 (у природних екосистемах – 4,0; урбоекосистемах ЛП – 3,7 [3; 6]. Мохові угруповання асоціації відмічені нами тільки в прикореневій зоні дереві, переважно в околичних насадженнях міста. Вони формуються при середньому освітленні та зволоженні кори форофітів.

Нами угруповання асоціації відмічені в дендропарку Лаудона, парку Масарика, ботанічному саду, на Київській набережній.

## ВИСНОВКИ

У результаті наших досліджень було виявлено шість асоціацій (*Brachythecio salebrosi-Amblystegietum juratzkani*, *Leskeetum polycarpae*, *Orthotrichetum fallacis*, *Orthotrichetum pallentis*, *Orthotrichetum*

*speciosi*, *Pylaisietum polyantae*), які становлять основу епіфітного мохового покриву м. Ужгорода. Порівняльний аналіз виявлених бріоценозів з такими ж в природних екосистемах Лісостепу України та урбо-екосистем низки міст Лівобережного Придніпров'я дозволяє встановити їхні особливості. В цілому бріоценози виявлених асоціацій є більш-менш подібними між собою за кількісними критеріями, а саме загальною кількістю видів в складі угруповань, проєктивним покриттям на пробній ділянці та середнім значенням кількості видів на одне бріоугруповання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Барсуков О.О. Мохоподібні Харківської області. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. Київ. 2015. 386 с.
2. Вірченко В.М., Нипорко С.О. Прогномис спорових рослин України: мохоподібні. Київ : Наукова думка, 2022. 176 с.
3. Гапон С. В. Мохоподібні Лісостепу України (рослинність та флора) : дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.05. Київ, 2011. 855 с.
4. Гапон С.В. Методичний аспект дослідження мохоподібних. *Український ботанічний журнал*. 2013. Т. 70, № 3. С. 392–397.
5. Гапон С.В., Гапон Ю.В. Синтаксономія мохової рослинності України (Лісостеп), Полтава. ФОП Кулібаба, 2018. 100 с.
6. Гапон Ю. В. Мохоподібні малих міст Лівобережного Придніпров'я (флора, рослинність, бріоіндикаційні дослідження) : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.05. Київ, 2021. 293 с.
7. Гапон Ю.В., Гапон С.В., Фельбаба-Клушина Л.М. Роль представників родів *Orthotrichum* Hedw. та *Nygmella* Holmen & e. Warncke в утворенні мохових угруповань урбоекосистем. *Актуальні проблеми біології та її перспективи*: матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 120-річчю від дня народження члена-кореспондента АН УРСР, професора Андрія Созонтовича Лазаренка (25 листопада 2021 р., Львів, Україна). Львів, 2021. 116 с. С. 56–60.
8. Гапон С.В., Фельбаба-Клушина Л.М., Гапон Ю.В. Угруповання асоціації *Pylaisietum polyantae* Felf. 1941 як біоіндикатор антропогенного навантаження в урбоекосистемах. *Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження та збагачення фіторізноманіття у науково-дослідних установах та навчальних закладах України (присвячена 10-річчю заснування Хорольського ботанічного саду)*: матеріали Всеукраїнської науково.-практичної конференції. (м. Хорол,

вання. Виявлені нами бріоценози в межах м. Ужгорода та його околиць займають майже за всіма критеріями проміжне положення між відповідними синтаксонами природних екосистем Лісостепу України та урбоекосистемами Лівобережного Придніпров'я. Подальші дослідження епіфітного мохового покриву міської екосистеми м. Ужгорода дадуть змогу виявити нові синтаксони мохової рослинності та встановити специфіку мохової рослинності в цілому.

12 жовтня 2023 р.). Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023. С. 43–45.

9. Карпінєць Л.І. Бріофітні угруповання та їх ренатуралізаційна роль на породних відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. Львів, 2017. 20 с.
10. Карпінєць Л.І., Лобачевська О.В., Баранов В. І., Бешлей С.В., Соханьчак Р.Р. Флористичний склад бріосинузій та їх структурна організація на рекультивованих і самозарослих відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району. *Актуальні проблеми біології та її перспективи*: матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 120-річчю від дня народження члена-кореспондента АН УРСР, професора Андрія Созонтовича Лазаренка (25 листопада 2021 р., Львів, Україна). Львів, 2021. 116 с. С. 56–60.
11. Рагуліна М.Є. Сукцесії мохового покриву на техногенних піщаних відслоненнях Волино-Поділля. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Львів. 2012. Вип. 28. С. 68–68.
12. Прогномис рослинності України / упоряд.: Д. В. Дубина, Т. П. Дзюба, С. М. Ємельянова та ін. Київ : Наукова думка, 2019. 782 с.
13. Marstaller R. Syntaxonomischer Konspekt der Moosgesellschaften Europas und angrenzender Gebiete. *Hausknechtia*. Beiheft 13. Jena, 2006. 192 p.
14. L. Mucina, H. Bültmann, K. Dierßen et al. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. Volume 19. Supplement 1. December 2016. S. 224–250.
15. Puglisi M., Privitera M. A Synopsis of the Italian Bryophyte Vegetation. *Cryptogamie, Bryologie*. 33 (4), 357–382. (1 October 2012). <https://doi.org/10.7872/cryb.v33.iss4.2012.357>.



## Розділ II. Екологія

УДК 574/581.9+595.7

DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.2-5>

### Біорізноманіття ялиників у Цуманському лісництві (Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуща», Україна)

Тетяна Труш<sup>1</sup>, Катерина Сухомлін<sup>1</sup>, Ірина Кузьмішина<sup>1</sup>,  
Олександр Зінченко<sup>1</sup>, Марія Зінченко<sup>1</sup>, Світлана Дяків<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

<sup>2</sup>Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Адреса для листування: [sukhomlin.katerina@vnu.edu.ua](mailto:sukhomlin.katerina@vnu.edu.ua), [kuzmishyna.ira@vnu.edu.ua](mailto:kuzmishyna.ira@vnu.edu.ua)

Отримано: 06.09.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** За результатами польових досліджень впродовж вегетаційного періоду 2022 р. у ялинику Цуманського лісництва Ківерцівського національного природного парку "Цуманська пуща" у Волинській області виявлено 60 видів судинних рослин і представників 35 таксонів безхребетних тварин. Обстеження трьох ділянок у кв. 4, вид. 18 Цуманського лісництва здійснили впродовж вегетаційного періоду з 14.05.2022 до 25.09.2022 р. Деревостан представлений насадженнями *Picea abies* (L.) Karst. з домішкою *Quercus robur* L., *Carpinus betulus* L. Чагарниковий ярус слабо розвинений, представлений поодинокими *Corylus avellana* L., *Rubus idaeus* L. У трав'яному ярусі пробної площі ПП-16 поширена *Dentaria bulbifera* L., у мікропониженні – *Geum rivale* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt, *Galeobdolon luteum* Huds., у ПП-17–18 *Oxalis acetosella* L. з константними для ПП видами *Urtica dioica* L., *Glechoma hederacea* L. і *Chelidonium majus* L. Віддаленість території досліджень від смт Цумань і автошляхів сприяло збереженню рослинного покриву – аборигенна флора ялиника представлена типовими неморальними (31 вид; 51,8%), бореальними (15 видів; 25,0%) і бореально-неморальними видами (5 видів; 8,3%). Синантропна фракція представлена лише 9 видами (15,0%), серед яких 8,3% апофітів, по 3,3% археофітів і кенофітів, що свідчить про значну збереженість спонтанної флори.

Еудомінантною групою безхребетних тварин впродовж сезону 2022 року були представники різних рядів класу комахи Insecta (41,65%) від загальної кількості зібраних особин. Домінантними (ІД  $\geq 10,00\%$ ) були колемболи Collembola (19,46%) рядів Poduromorpha і Symphyleona, саркоптиформні кліщі Sarcopiformes (19,06%), зокрема панцирні кліщі Oribatida, павуки Araneae (10,13%). Субдомінантами (ІД 1 – 9,99%) у наших зборах були багатоніжки Myriapoda, павукоподібні Arachnida, представлені косариками Opiliones. Серед комах до цієї групи належать попелиці Aphidoidea, справжні клопи Heteroptera, туруни Carabidae, стафіліни Staphylinidae, мертвоїди Silphidae, довгоносики Curculionidae, перетинчастокрилі Hymenoptera та двокрилі Diptera. До рецентів (ІД  $\leq 1,00\%$ ) належать ломбрициди Lumbricidae, мокриці Oniscidea, псевдоскорпіони Pseudoscorpiones. Серед комах у ґрунтові пастки зрідка потрапляли лускатниці Lepismatidae, лісові таргани Blattellidae, сітчастокрилі Neuroptera, цикадки Cicadellidae, справжні вуховертки Forficulidae, трипси Thysanoptera, справжні сіноїди Psocidae, вусачі Cerambycidae, гнойовики Geortupidae, ковалики Elateridae, листоїди Chrysomelidae, златки Buprestidae, верблюдки Raphidioptera, блохи Hystrihopsyllidae з роду *Palaeopsylla*, Лускокрилі Lepidoptera.

Найбільше фауністичне різноманіття за індексом Маргалефа (3,74 та 3,72) властиве освітленим ділянкам ялинового лісу в межах сухостою та «вікна». Найвищий індекс подібності фаун на ділянках ялинового лісу з домішками дуба та у «вікні» ялинового лісу.

**Ключові слова:** ялиник, стан флори, фауністичне різноманіття безхребетних, порівняння фаун.

### Biodiversity of the spruce forest of the Tsuman Forestry (Kivertsi National Nature Park "Tsumanska Pushcha", Ukraine)

Tatiana Trush<sup>1</sup>, Kateryna Sukhomlin<sup>1</sup>, Iryna Kuzmishyna<sup>1</sup>,  
Oleksandr Zinchenko<sup>1</sup>, Maria Zinchenko<sup>1</sup>, Svitlana Dyakiv<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lesya Ukrainka Volyn European National University, Lutsk, Ukraine

<sup>2</sup>Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: [sukhomlin.katerina@vnu.edu.ua](mailto:sukhomlin.katerina@vnu.edu.ua), [kuzmishyna.ira@vnu.edu.ua](mailto:kuzmishyna.ira@vnu.edu.ua)

**Abstract.** According to the results of field research during the vegetation period of 2022, 60 species of vascular plants and representatives of 35 taxa of invertebrates during the vegetation period of 2022 were found in the spruce forest of the Tsuman Forestry in the Kivertsi National Nature Park «Tsumanska Pushcha», Volyn Region. Three sites survey in sq. 4, ed. 18 of Tsuman forestry were carried out on 14.05.2022, 28.05.2022, 11.06.2022 and 25.09.2022. The tree layer was represented by *Picea abies* (L.) Karst. plantation in adding of *Quercus robur* L., *Carpinus betulus* L. The shrub layer was poorly developed, represented by singles *Corylus avellana* L. and *Rubus idaeus* L. In the grass layer of the test-area 16 *Dentaria bulbifera* L. was common, while in micro-lowering *Geum rivale* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt as well as *Galeobdolon luteum* Huds. were spread. In test-areas 17–18 *Oxalis acetosella* L. with constant for this area species *Urtica dioica* L., *Glechoma hederacea* L. and *Chelidonium majus* L. were spread. The research area remoteness both from the town of Tsuman and highways contributed to the plant covering preservation.

All types of forest plants were represented by aboriginal flora with typical nemoral (31 species; 51.8% of all plants under research) and boreal (15 species; 25.0%), boreal-nemoral species (5 species; 8.3 %). The synanthropic fraction was represented by only 9 species (15.0%), among which 8.3% belonged to apophytes, 3.3 % belonged both to archaeophytes and chenophytes. To sum up, this indicates significant preservation of the spontaneous flora.

The eudominant group of invertebrates were representatives of various orders of the class Insecta (41.65 %) from the total number of collected specimens. Dominant (DI  $\geq$  10.00 %) were Collembola (19.46 %) of the orders Poduromorpha and Symphyleona, sarcoptiform mites Sarcoptiformes (19.06 %), in particular shell mites Oribatida, Araneae. The subdominants (DI 1 – 9.99 %) include Myriapoda such as millipedes and centipedes, Arachnida are represented by harvest spiders Opiliones. Insects of this group include Aphidoidea, Heteroptera, Carabidae, Staphylinidae, Silphidae, Curculionidae, Hymenoptera and Diptera.

Recedents (DI  $\leq$  1.00 %) are earthworms Lumbricidae, crustaceans Malacostraca, in particular woodlice Oniscidea, false scorpions Pseudoscorpiones. Among the insects, that occasionally fell into soil traps were Lepismatidae, Blattellidae, Neuroptera, Cicadellidae, Forficulidae, трипси Thysanoptera, Psocidae, Cerambycidae, Geortupidae, Elateridae, Chrysomelidae, Buprestidae, Raphidioptera, Hystrichopsyllidae from the genus *Palaeopsylla* and Lepidoptera.

The greatest faunal diversity according to the Margalef index (3,74 та 3,72) is characteristic of the illuminated areas of the spruce forest within the dry area and the "window". The highest index of fauna similarity is found in areas of spruce forest with oak admixture and in the spruce forest "window".

**Key words:** spruce tree, state of the flora, diversity of invertebrates, comparison of fauna.

## ВСТУП

Пріоритетним напрямком науки сьогодення є вивчення біорізноманіття конкретних територій. Волинське Полісся як один із найбільш заліснених і заболочених рівнинних регіонів України характеризується унікальним поєднанням озерно-лісових і лучно-болотних ландшафтів. З 2010 р. на новостворений Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуца» було покладено виконання завдань, одним з яких є проведення наукових досліджень природних комплексів та їх змін в умовах рекреаційного використання, розробка наукових рекомендацій з питань охорони навколишнього природного середовища та ефективного використання природних ресурсів [1]. Тому нагальною потребою сьогодення є інвентаризація флори і фауни КНПП для подальшого моніторингу за станом біоти резервату.

Пропонована стаття є продовженням циклу статей з вивчення біорізноманіття Ківерцівського НПП, започаткованих у 2022 р. [2, 3].

Необхідність збереження острівних ялиників у Поліссі та Українських Карпатах і пов'язаних з ними рідкісних видів рослин впродовж багатьох десятиліть привертала увагу провідних вчених: Г. І. Танфільєв (1899, 1953), J. Peczowski (1900, 1925, 1930), W. Szafer (1921, 1931), J. Rivoli (1921), W. Jedlinski (1926, 1928), П. С. Погребняк (1928), В. Є. Шмідт (1928), А. І. Барбарич (1953, 1955), Є. М. Брадїс (1957), В. О. Поварніцин (1969), М. А. Голубець (1959, 1960, 1968, 1971, 1978), І. М. Григора (1960, 1984), М. П. Слободян (1962), Л. С. Балашов (1963), С. О. Мулярчук (1966, 1970), Є. І. Цурик, М. П. Жижин, П. Т. Яценко (1979) (за [4]). Проблемами розвитку і розмноження ялинових лісів займалися

С. В. Шевченко (1974), П. Я. Слободян (2003), Ю. М. Дебринюк (2008, 2010, 2011) (за [5]). Зі 134 типів природних оселищ Українських Карпат і Закарпатської низовини 99 подано із домінуванням або співдомінуванням ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) авторами монографії за редакцією Б. Проця і О. Кагала [6].

Про важливість охорони темнохвойних угруповань Полісся вказує у своїх працях завідувач відділу природної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка, доктор біологічних наук В. І. Мельник [4, 7]. Він зазначає, що «в умовах інтенсивного антропогенного впливу на природне середовище стенопотопним угрупованням автохтонної ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.), яка займає лише 0,05 % лісовкритої площі Українського Полісся, загрожує випадіння з видового складу природної флори рівнинної частини України» [4, 7]. В описах 1981–1990 рр. досліджень цінних острівних ялиників Полісся В. І. Мельник наводить дані обстеження у Луцькому (кол. Ківерцівському) районі Цуманського лісового господарства лише у кв. 20, в. 2 Партизанського лісництва площею 1 га. Склад деревостану – 9Я1С. Середні параметри *P. abies*: вік – 70 р.; h – 23 м; d – 26 см; бонітет – 1; зімкненість крон – 0,7 [4]. Також подано характеристику лісових культур *P. abies* у кв.13, в. 10 Партизанського лісництва площею 1,6 га (тип лісорослинних умов – вологий суббір, склад 10Я, повнота 0,9, вік – 60 р.; h – 21 м; d – 25 см, запас деревини 520 м<sup>3</sup>/га).

В узагальнюючій праці "Біорізноманіття Цуманської пуці..." відсутні відомості щодо ялинових рослинних угруповань, лише відмічено В. А. Онищенко зростання *P. abies* в геоботанічному описі ділянки площею 900 м<sup>2</sup> у кв. 30 Холоновичівського лісництва серед 31 виду судинних рослин порядку

*Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928 [8]. При загальній характеристиці рослинного світу Цуманської пуці В. А. Онищенко в колективній монографії «Фіто-різноманіття заповідників і національних природних парків України» також немає інформації щодо локалітетів *P. abies* [9]. У Волинській області для охорони місцезростання *P. abies* разом із рідкісними видами рослин обґрунтовано створення природно-заповідної території "Обр'ічки" у статті Л. Коцун зі співавторами [10]. Місцезростання *P. abies* відмічені І. І. Кузьмішиною зі співавторами в описах оглядових точок екологічної стежки "Горинські крутосхили" в межах КНПП у розділі колективної монографії "Scientific and educational dimensions of natural sciences" [11].

Зауважимо, що монодомінантні автохтонні острівні локалітети ялини європейської (*P. abies*) приурочені до екоотопів із особливим типом ґрунтового зволоження між лісовими та болотними масивами та по берегах річок. Ацидофільні угруповання ялинових одно- або двоярусних лісів Полісся (*Piceeta abietis*) в Україні перебувають під загрозою зникнення і підлягають охороні згідно із "Зеленою книгою України" як типові [12].

Спеціальних досліджень тваринного світу острівних ялиників Волині не проводили. Незважаючи на значне видове різноманіття рослин ялинових лісів, у старих пеньках, повалених стовбурах дерев мешкає велика кількість безхребетних тварин-руйнівників деревини, зокрема мокриці, багатоніжки, комахи ксилофаги та сапроксиллобіонти, а також здібних хребетних тварин, які ними живляться [8]. Це мідичі (*Sorex minutus* Linnaeus, 1766 та *Sorex araneus* Linnaeus, 1758), мишак європейський *Sylvaeetus sylvaticus* (Linnaeus, 1758). Від врожаю ялин змінюється чисельність популяції вивірки звичайної *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758. В зимовий та весняний періоди тут трапляються заєць сирій *Lepus europaeus* Pallas, 1778 і лось звичайний *Alces alces* (Linnaeus, 1758). Іноді у ялиниках реєструють вовка *Canis lupus* Linnaeus, 1758. Велика кількість гризунів приваблює у ялиник горностая *Mustela erminea* Linnaeus, 1758 і куницю лісову *Martes martes* (Linnaeus, 1758) [13]. Розподіл тварин у ялиновому лісі нерівномірний, більшість з них тяжіють до рідколісся, де відсутнє загущення ялин, де є підлісок і відносно висока ступінь освітлення.

Орнітофауна ялиників доволі різноманітна. У зеленомохових ялинових лісах оселяються орябки *Tetrastes bonasia* (Linnaeus, 1758) і глушець білодзьобий *Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758. У густому лісі трапляються гаїчка чорноголова *Poecile montanus* (Conrad von Baldenstein, 1827), зяблик звичайний *Fringilla coelebs* (Linnaeus, 1758), вільшанка *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758). На землі облаштовують гнізда вівчарик жовтобровий *Phylloscopus sibilatrix* (Bechstein, 1793), шеврик лісовий *Anthus trivialis* (Linnaeus, 1758). Також поширені сойка звичайна *Garrulus glandarius* (Linnaeus, 1758), дятли великий строкатий *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758) жовна *Dryocopus martius* Linnaeus, 1758, припутень *Columba palumbus* Linnaeus, 1758 [14].

З рептилій на галявинах ялинових лісів трапляються гадюка звичайна *Vipera berus* Linnaeus, 1758, та ящірки живородна *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823), прутка *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758), веретільниця ламка *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758. У калюжах і на околицях доріг трапляється тритон звичайний *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), вологі ділянки ялиника приваблюють жабу трав'яну *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 [14].

Серед комах на території парку достатньо добре вивчені представники родини туруни Carabidae. Дослідження карабідофауни проводили А. В. Пучков, В. Б. Різун, І. К. Загайкевич, В. І. Яворницький, В. О. Чумак, Т. Ю. Веремій [16–25]. Дослідниками доведено, що на території Ківерцівського НПП «Цуманська пуца» трапляються 39 видів турунів, що належать до 19 родів. Фауністичний склад комах інфракласів Palaeoptera та Neoptera, надрядів Neuropteroidea, Hymenopteroidea, Mecopteroidea, ряду Coleoptera почали досліджувати О. Зінченко, К. Сухомлін, М. Зінченко. На сьогодні в межах парку зареєстровано 231 вид комах [26–31].

За відомостями з Літопису парку [13] на території Ківерцівського НПП «Цуманська пуца» виявлено 249 видів хребетних, віднесених до конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі або Бернської конвенції, з них кісткових риб – 23, земноводних – 11, плазунів – 7, птахів – 166, ссавців – 42 види. На території національного парку зареєстровано 20 видів, занесених до Червоної книги України (ЧКУ), 7 видів занесених до Європейського Червоного списку тварин (ЄЧС), що перебувають під загрозою зникнення у світовому масштабі та 15 видів, занесених до Червоного списку Міжнародного Союзу охорони природи (МСОП) [32].

## МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Обстеження трьох ділянок (кожна ПП – в межах уявного круга в радіусі 15 м, площею 700 м<sup>2</sup>) у кв. 4, вид. 18 Цуманського лісництва КНППЦП здійснили впродовж вегетаційного періоду 2022 р. з 14.05.2022 до 25.09.2022 р. Вік ялиника приблизно 56-60 років. Особливостями пробних площ були: ПП-16 – «вікно», прогалина у рослинному покриві, ялина європейська (діаметр стовбура 18–51 см) з домішками дуба звичайного, у підрослі – дуб звичайний, граб звичайний, черемха звичайна, примикає до ґрунтової дороги, є мікропониження і повалені стовбури ялин; ПП-17 – сухостій ялини європейської; ПП-18 – ялиник з домішками дуба звичайного, у підрослі – дуб звичайний, граб звичайний, черемха звичайна. В цілому характер рослинного покриву Цуманської пуці обумовлений її розташуванням у південній смузі Поліської низовини на межі з Волинським лесовим плато. Територія, флора якої досліджувалася, знаходиться в межах Луцького району в північній частині КНППЦП. За геоботанічним районуванням України вона належить до Цумансько-Костопільського району Західно-Поліського геоботанічного округу, за схемою флористичного районування України – до Східно-Європейської флористичної провінції 33, 34].





**Рис. 1.** Польові дослідження : а) ентомологічні збори; б) фотографування; в) фотофіксація ураження ялини європейської (*Picea abies*) трутовиком облямованим (*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P.Karst.); г) «вікно» ПП-16 (Фото І. Кузьмішиної)

Судинні рослини досліджували за стандартними геоботанічними методиками під час маршрутних обстежень з допомогою визначника [35]. Номенклатура таксонів наведена за С. Л. Мосякіним і М. М. Федорончуком з урахуванням системи АРГ IV і даних електронної бази судинних рослин кафедри ботаніки і методики викладання природничих наук [36, 37, 38]. Географічні елементи аналізували за класифікацією Ю. Д. Клеопова [39].

Збір матеріалу проводився шляхом обліків тварин на пробних площах (ПП). Кожна ПП складалася з трьох пасток Барбера (пластикові банки, об'ємом 0,5 л, закопані в ґрунт так, щоб верхній край був рівний із поверхнею ґрунту), розташованих на відстані 50 м одна від одної (рис. 2). Над пасткою встановлювався дах, щоб у пастку не затікала вода [40].



**Рис. 2.** Ґрунтові пастки на ділянці ялинового лісу: а – ПП-16, б – ПП-17, в – ПП-18 (Фото Т. Труш)

Для визначення членистоногих використовували стандартні стереоскопічні мікроскопи (МБС10), а для великих видів – лупи з діапазоном збільшення у 6–20 разів.

З метою встановлення показників чисельності підраховували індекс домінування. Для підрахунку біорізноманіття використовували індекс фауністичного різноманіття Маргалефа [41] та індекс подібності фаун Чекановського – Соренсена.

Мета дослідження – моніторинг біорізноманіття ялинника Цуманського лісництва КНПП «Цуманська пуца» у Волинській області. Завдання – встановлен-

ня видового різноманіття флори і фауни, визначення автентичності біорізноманіття.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На досліджених трьох ділянках ялинника у кв. 4 вид. 18 Цуманського лісництва КНПП у Волинській області під час польових обстежень 2022 р. зареєстровано 60 видів судинних рослин. Нижче наведено список зареєстрованих видів судинних рослин за результатами обстежень 2022 р. (табл. 1).

Таблиця 1

### Фіторізноманіття ялинника Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца» у травні – жовтні 2022 р.

Вид рослини	ПП-16	ПП-17	ПП-18
1	2	3	4
Адокса мускусна ( <i>Adoxa moschatellina</i> L.)	+		
Анемона дібровна ( <i>Anemone nemorosa</i> L.)	+		
Безщитник жіночий, або жіноча папороть ( <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth)			+
Болиголов плямистий ( <i>Conium maculatum</i> L.)		+	
Борщівник звичайний ( <i>Heracleum sphondylium</i> L.)			+
Бруслина європейська ( <i>Euonymus europaeus</i> L.)	+		+
Бутень запашний ( <i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.)	+		
Вербозілля лучне ( <i>Lysimachia nummularia</i> L.)	+		
Вероніка дібровна ( <i>Veronica chamaedrys</i> L.)	+		
Веснівка дволиста ( <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.Wchmidt))	+		
Вільха чорна ( <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth.)	+		
Герань маленька ( <i>Geranium pusillum</i> L.)	+		
Герань Робертова ( <i>Geranium robertianum</i> L.)	+		
Горобина звичайна ( <i>Sorbus aucuparia</i> L.)		+	+
Граб звичайний ( <i>Carpinus betulus</i> L.)	+		+
Гравілат міський ( <i>Geum urbanum</i> L.)			+
Гравілат річковий ( <i>Geum rivale</i> L.)	+		+
Груша звичайна ( <i>Pyrus communis</i> L.)			+
Дикий виноград п'ятилистий ( <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.)		+	
Дуб звичайний або черешчатий ( <i>Quercus robur</i> L.)	+		
Жабрій звичайний ( <i>Galeopsis tetrahit</i> L.)			+
Жовтець їдкий ( <i>Ranunculus acris</i> L.)	+		
Жовтець кашубський ( <i>Ranunculus cassubicus</i> L.)	+		
Жовтець повзучий ( <i>Ranunculus repens</i> L.)	+		
Жовтяниця черговолиста ( <i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.)	+		
Зеленчук жовтий ( <i>Galeobdolon luteum</i> Huds.)	+	+	
Зірочник лісовий ( <i>Stellaria holostea</i> L.)			+
Зубниця бульбиста ( <i>Dentaria bulbifera</i> L.)	+		
Квасениця звичайна ( <i>Oxalis acetosella</i> L.)		+	+
Кінський часник черешковий ( <i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Cavara et Grande)		+	+
Клен гостролистий ( <i>Acer platanoides</i> L.)		+	+
Копитняк європейський ( <i>Asarum europaeum</i> L.)	+		+
Кропива дводомна ( <i>Urtica dioica</i> L.)	+	+	+
Круціата гола ( <i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.)	+		
Кульбаба лікарська ( <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)		+	
Купина багатоквіткова ( <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.)		+	+
Купина пахуча, або лікарська ( <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce, або <i>P. officinale</i> L.)	+		+
Липа серцелиста ( <i>Tilia cordata</i> L.)			+
Ліщина звичайна ( <i>Corylus avellana</i> L.)	+	+	+
Малина ( <i>Rubus idaeus</i> L.)	+	+	+
Мерингія трижилкова ( <i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.)		+	

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4
Ожика волосиста ( <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.)			+
Ожина сиза ( <i>Rubus idaeus</i> L.)		+	+
Перлівка поникла ( <i>Melica nutans</i> L.)		+	
Пижмо звичайне ( <i>Tanacetum vulgare</i> L.)	+		
Пирій повзучий ( <i>Elymus repens</i> (L.) Gould)			+
Підмаренник чіпкий ( <i>Galium aparine</i> L.)	+		+
Просянка розлога ( <i>Milium effusum</i> L.)		+	
Розрив-трава дрібноквіткова ( <i>Impatiens parviflora</i> DC.)	+		+
Розхідник звичайний ( <i>Glechoma hederacea</i> L.)	+	+	+
Ситник розлогий ( <i>Juncus effusus</i> L.)	+		
Слабник водяний ( <i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench.)	+		+
Суниця лісові ( <i>Fragaria vesca</i> L.)			+
Черемха звичайна ( <i>Prunus padus</i> L.)	+		+
Чистотіл великий ( <i>Chelidonium majus</i> L.)	+	+	+
Щитник чоловічий, або чоловіча папороть ( <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.)	+	+	
Щитник шартрський ( <i>Dryopteris carthusiana</i> Vill.) Н.Р.Fuchs)			+
Яглиця звичайна ( <i>Aegopodium podagraria</i> L.)	+	+	+
Ялина європейська ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	+	+	+
Ясен звичайний ( <i>Fraxinus excelsior</i> L.)			+

Видовий склад деревного ярусу пробної площі представлений типовими для ялинових лісів домінантом першого ярусу ялиною європейською (*Picea abies*), другого ярусу – грабом звичайним (*Carpinus betulus*), дубом звичайним (*Quercus robur*), вільхою чорною (*Alnus glutinosa*). У підрослі відмічено листяні рослини (граб звичайний (*Carpinus betulus*), дуб звичайний (*Quercus robur*), поодинокі черемха звичайна (*Prunus padus*), клен гостролистий (*Acer platanoides*), подекуди горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*). Підлісок сформований з одиноких особин ліщини звичайної (*Corylus avellana*), бруслини європейської (*Euonymus europaeus*) (рис. 3в), малини (*Rubus idaeus*).

Трав'яний ярус ділянок в межах пробної площі відрізняється внаслідок наявності сухостою *Picea abies* у ПП-17 та ґрунтових доріг на межах ділянок. Зокрема, у трав'яному ярусі ПП-16 серед досліджу-

ваних видів судинних рослин у центральній частині виявлено куртину зубниці бульбистої (*Dentaria bulbifera*) 3м x 5м (рис. 3а), у мікропониженні поруч значну участь в угрупованні беруть гравілат річковий (*Geum rivale*), слабник водяний (*Myosoton aquaticum*), жовтяниця черговолиста (*Chrysosplenium alternifolium*) (рис. 3б). Також тільки в межах цієї ПП поодинокі виявлена адокса мускусна (*Adoxa moschatellina*), анемона дібровна (*Anemone nemorosa*), бутень запашний (*Chaerophyllum aromaticum*), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia*), вероніка дібровна (*Veronica chamaedrys*), веснівка дволиста (*Maianthemum bifolium*) герань Робертова (*Geranium robertianum*), жовтеці їдкий (*Ranunculus acris*), кашубський (*R. cassubicu*) і повзучий (*R. repens*), круціата гола (*Cruciata glabra*), пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare*), ситник розлогий (*Juncus effusus*).



Рис. 3. Трав'яний покрив: а) зубниця бульбиста (ПП-16); б) жовтяниця черговолиста (ПП-16); в) бруслина європейська (ПП-18) (фото І. Кузьмішиної)

В загальному високотравний ярус (1–1,2 м заввишки) представлений прослянкою розлогою (*Milium effusum*), купиною багатоквітковою (*Polygonatum multiflorum*); середній ярус (30–70 см) – купиною пахучею (*Polygonatum odoratum*), підмаренником чіпким (*Galium aparine*), щитником чоловічим (*Dryopteris filix-mas*), яглицею звичайною (*Aegopodium podagraria*); низькотравний ярус (до 30 см) – зірочником лісовим (*Stellaria holostea*), квасеницею звичайною (*Oxalis acetosella*), мерингією трижилковою (*Moehringia trinervia*), ожикою волосистою (*Luzula pilosa*), розрив-травою дрібноквітковою (*Impatiens parviflora*), розхідником звичайним (*Glechoma*

*hederacea*), чистотілом великим (*Chelidonium majus*). Відрізняються наявністю у ПП-17 болиголова плямистого (*Conium maculatum*), перлівки пониклої (*Melica nutans*), просянки розлогої (*Milium effusum*). По стовбурах сухих ялин розростається дикий виноград п'ятилистий (*Parthenocissus quinquefolia*), ґрунт вкривають зарості кропиви дводомної (*Urtica dioica*) (рис. 4). У ПП-18 поширений безщитник жіночий (*Athyrium filix-femina*), щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana*). У моховому ярусі виявлено типові лісові види – плеврозій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt), зозулин льон звичайний (*Polytrichum commune* Hedw.).

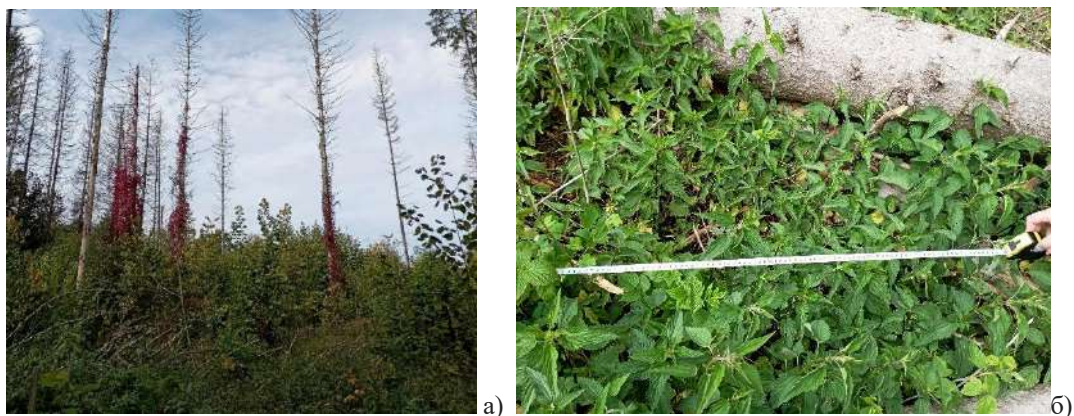


Рис. 4. Північна межа ПП-17: а) дикий виноград п'ятилистий на мертвій деревині ялини європейської (25.09.2022); б) зарості кропиви дводомної на північній точці (28.05.2022)

На досліджених ділянках зареєстровано представників 7 класів та 20 рядів, загалом 35 таксонів. У таблиці 2 наведено попередні результати досліджен-

ня, які плануємо уточнювати в процесі подальшої роботи.

Таблиця 2

**Різноманіття безхребетних тварин ялинових лісів Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца» у травні – жовтні 2022 р.**

Надклас, клас, підклас	Ряд	Надродина, родина, підродина	ПП-16	ПП-17	ПП-18	ІД (%)
1	2	3	4	5	6	7
Малоцетинкові черви Oligochaeta	Гаплотаксиди Harpotaxida	Люмбрициди Lumbricidae	14	32	13	0,52
Вищі ракоподібні Malacostraca	Рівноногі ракоподібні Isopoda	Мокриці Oniscidea	32	8	55	0,84
Багатоніжки Muriaropa	Ківсьяки Julida, Кістянки Lithobiomorpha		170	106	116	3,47
Павукоподібні Arachnida	Павуки Araneae		392	487	266	10,13
	Косарики Opiliones		175	96	252	4,63
	Псевдоскорпіони Pseudoscorpiones		9	8	12	0,26
Кліщі Acari	Іксодові Ixodida, Саркоптиформні кліщі Sarcoptiformes	Іксодові кліщі Ixodidae, Панцирні кліщі Oribatida	710	705	740	19,06
Колемболи Collembola	Подури Poduromorpha, Symphypleona		730	715	755	19,46
Комахи Insecta	Щетинкохвости Thysanura	Лускатниці Lepismatidae	7	0	11	0,16
	Таргани Blattoptera	Blattellidae	8	3	8	0,17
	Сітчастокрилі Neuroptera		2	1	0	0,03

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
	Напівтвердокрилі Hemiptera	Попелиці Aphidoidea	27	76	59	1,43
		Цикадки Cicadellidae	28	67	11	0,94
		Справжні клопи Heteroptera	45	133	34	1,87
	Вуховертки Dermaptera	Справжні вуховертки Forficulidae	2	0	1	0,03
	Трипси Thysanoptera		0	54	0	0,48
	Сіноїди Psocoptera	Справжні сіноїди Psocidae	17	5	4	0,23
	Твердокрилі Coleoptera	Туруни Carabidae	274	93	132	4,41
		Вусачі Cerambycidae	0	15	0	0,13
		Мертвоїди Silphidae	115	8	8	1,16
		Стафіліни Staphylinidae	637	221	168	9,07
		Гнойовики Geotrupidae	16	7	21	0,39
		Хрущики Scarabaeidae (Rutelinae)	0	1	0	0,01
		Короїди Scolytinae	3	7	18	0,25
		Довгоносики Curculionidae	63	117	155	2,96
		Ковалики Elateridae	7	47	7	0,54
		Листоїди Chrysomelidae	2	4	0	0,05
		Златки Buprestidae	3	5	2	0,09
		Інші жуки	111	214	100	3,76
		Перетинчастокрилі Hymenoptera	Мурашки Formicidae	114	294	125
	Інші перетинчастокрилі		93	177	48	2,81
Веслокрилі Raphidioptera	Справжні веслокрилки Raphidiidae	1	0	1	0,02	
Блохи Siphonaptera	Блохи Nyctichopsyllidae (рід Palaeopsylla)	5	9	4	0,16	
Лускокрилі Lepidoptera		19	27	20	0,58	
Двокрилі Diptera		288	179	121	5,20	
	<b>Разом</b>	<b>4119</b>	<b>3921</b>	<b>3267</b>	<b>100,00</b>	

Еудомінантною (панівною) групою безхребетних тварин впродовж сезону 2022 року були представники різних рядів класу комахи Insecta (41,65 %) від загальної кількості зібраних особин. Домінантними (ІД  $\geq 10,00$  %) були колемболи Collembola (19,46 %) рядів Poduromorpha і Symphyleona, саркоптитформні кліщі Sarcoptiformes (19,06 %), зокрема панцирні кліщі Oribatida, павуки Araneae (10,13 %). Субдомінантами (ІД 1 – 9,99 %) у наших зборах були багатоніжки Muriaroda, павукоподібні Arachnida, представлені косариками Opiliones. Серед комах до цієї групи належать попелиці Aphidoidea, справжні клопи Heteroptera, туруни Carabidae, стафіліни Staphylinidae, мертвоїди Silphidae, довгоносики Curculionidae, перетинчастокрилі Hymenoptera та двокрилі Diptera. До рецедентів (ІД  $\leq 1,00$  %) належать люмбрициди Lumbricidae, мокриці Oniscidea, псевдоскорпіони Pseudoscorpiones. Серед комах у ґрунтові пастки зрідка потрапляли лускатниці Lepismatidae, лісові таргани Blattellidae, сітча-

стокрилі Neuroptera, цикадки Cicadellidae, справжні вуховертки Forficulidae, трипси Thysanoptera, справжні сіноїди Psocidae, вусачі Cerambycidae, гнойовики Geotrupidae, ковалики Elateridae, листоїди Chrysomelidae, златки Buprestidae, верблюдки Raphidioptera, блохи Nyctichopsyllidae з роду Palaeopsylla, Лускокрилі Lepidoptera.

### ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

За результатами обстежень зареєстровано 60 видів судинних рослин спонтанної флори (рис. 5). Домінант головного ярусу ПП-16-18 – ялина європейська (*Picea abies*) – перебуває на південній межі бореальної частини ареалу [42]. Приналежність флори досліджуваної території до зони широколистяних лісів сприяла наявності представників груп з двох основних географічних елементів лісових угруповань – бореальних і неморальних видів рослин.

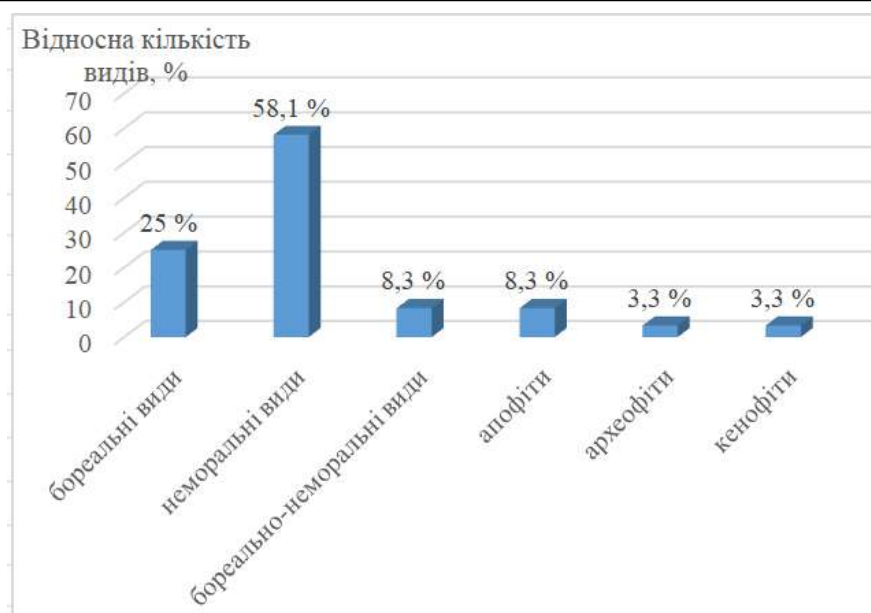


Рис. 5. Відносна чисельність різних фракцій зареєстрованих видів судинних рослин у ялинику кв. 4, вид. 18 Цуманського лісництва

За кількістю видів рослин переважає група неморальних елементів (31 вид; 51,8 % від усієї кількості рослин), серед яких діагностичними видами угруповання є *Quercus robur*, *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*. Вдвічі менше виявлено бореальних елементів (15 видів; 25,0 %), зокрема *Picea abies*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, тощо.

Агро-рудеральний флороценокомплекс представлений 9 видами рослин (15,0 %), серед яких апофітна фракція охоплює більшу половину (5 видів, 8,3 %) – *Chelidonium majus*, *Galeopsis tetrahit*, *Elymus repens*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*. У адвентивній фракції виявлено види з різним часом занесення: 2 археофіти – *Geranium pusillum* ірано-туранського походження і *Conium maculatum* середземноморсько-ірано-туранського походження, і 2 кенофіти – *Impatiens parviflora* південно-східно-азійського походження і *Parthenocissus quinquefolia* північно-американського походження.

Отже, на досліджуваній території у кв. 4 вид. 18 Цуманського лісництва виявлено діагностичні види угруповання ялинових лісів (*Piceeta abietis*) з асоціацій ялиновий ліс весніково-зеленомоховий (*Piceetum (abietis) majanthemoso (bifolii)-hylocomiosum*) і ялиновий ліс квасеницевий (*Piceetum (abietis) oxalidosum (acetosellae)*) (за [42]): ялина європейська (*Picea abies*), дуб звичайний (*Quercus robur*), липа серделиста (*Tilia cordata*), вільха клейка (*Alnus glutinosa*), трапляються ліщина звичайна (*Corylus avellana*), бруслина бородавчаста (*Euonymus verrucosa*), квасениця звичайна (*Oxalis acetosella*), веснівка дволиста (*Maianthemum bifolium*), з участю безщитника жіночого (*Athyrium filix-femina*), ожики волосистої (*Luzula pilosa*), у моховому покриві – плеуроцій Шребера (*Pleurocium schreberi*), рунянка звичайна (*Polytrichum commune*).

У 2022 році пастками Барбера на ділянках ялинового лісу було зібрано 11307 особин безхребетних тварин. Окрім того у пастки на цих ділянках

потрапили: мідиця мала *Sorex minutus* Linnaeus, 1766 (8 особин), мідиця звичайна *Sorex araneus* Linnaeus, 1758 (2 особини), кутора звичайна *Neomys fodiens* Pennant, 1771 (1 особина), мишак *Apodemus* sp. (1 особина), жаба гостроморда *Rana arvalis* (Nilsson, 1842) (1 особина).

На ПП-16 за чисельністю домінували комахи 45,81 %, колемболи 17,72 % та кліщі 17,24 %. У «вікні» не зареєстровані трипси, хрущики та вусачі. Структура домінування для «вікна» ялинового лісу: еудомінантів 1 група, домінантів – 3 групи, субдомінантів – 11 груп, рецедентів – 18 груп. Загалом із 35 зареєстрованих таксонів у цьому біотопі відзначено 32 групи. Індекс фауністичного різноманіття Маргалефа становить:

$$DMg = (32-1) / \ln 4119 = 3,72$$

На ПП-17 за чисельністю домінували комахи 45,01 %, колемболи 18,24 %, кліщі 17,98 % та павуки 12,42 %. На ділянці сухостою ялини європейської не зареєстровані щетинкохвостики, справжні вуховертки та веслокрилі. Структура домінування для сухостою ялини звичайної: еудомінантів 1 група, домінантів – 3 групи, субдомінантів – 14 груп, рецедентів – 15 груп. Загалом із 35 зареєстрованих таксонів у цьому біотопі відзначено 32 групи. Індекс фауністичного різноманіття Маргалефа становить:

$$DMg = (32-1) / \ln 3921 = 3,74$$

На ПП-18 за чисельністю переважали комахи 32,36 %, колемболи 23,11 % та кліщі 22,65 %. У ялинику з домішками дуба звичайного не зареєстровані сітчастокрилі, трипси, вусачі, хрущики та листоїди. Структура домінування для ялинового лісу з домішками дуба: еудомінантів 1 група, домінантів – 2 групи, субдомінантів – 13 груп, рецедентів – 15 груп. Загалом із 35 зареєстрованих таксонів у цьому біотопі відзначено 30 груп. Індекс фауністичного різноманіття Маргалефа становить:

$$DMg = (30-1) / \ln 3267 = 3,58$$

Порівнюючи всі три пробні площі можна сказати, що на ділянці ялинового лісу з домішками дуба зменшення кількості зареєстрованих груп пов'язане із загущенням ялиника і зменшенням кількості сонячного світла. На ділянках «вікна» та сухостою, де рівень освітлення значно вищий кількість зареєстрованих груп збільшується.

Аналізуючи показник фауністичного різноманіття Маргалефа, бачимо, що найвищий він також на ПП-17 (ялиновий сухостій) та ПП-16 («вікно» у ялинику), найнижчий показник біорізноманіття має ПП-18 (загущений ялиновий ліс з домішками дуба звичайного – 3,58).

Індекс подібності фаун Чекановського – Соренсена (табл. 3) у всіх досліджених площах доволі високий. Найвищий він у парі «ПП-16 – ПП-18» – 0,97, оскільки це ділянки живого ялинового лісу. Найнижчий він у парі «ПП-17 – ПП-18» – 0,87), що можна пояснити значною різницею у рівні освітлення між сухостоєм і загущеним ялиником і, як наслідок, відмінністю таксономічних груп безхребетних тварин. Проміжне положення займає показник індексу у парі «ПП-16 – ПП-17» – 0,92. Таку особливість можна пояснити тим, що у «вікні» збільшується рівень освітлення порівняно із ялиником, але він не такий високий як на ділянці сухостою.

Таблиця 3

**Подібність фаун пробних площ ялинових лісів Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуща»**

Пробні площі	ПП-16	ПП-17	ПП-18
ПП-16	32	0,92	0,97
ПП-17	29	32	0,87
ПП-18	30	27	30

**Примітка:** по діагоналі таблиці внесено показники кількості таксонів виявлених на кожній пробній площі; у верхньому правому кутку – показники індексу Чекановського – Соренсена, у нижньому лівому кутку – кількість спільних груп.

**ВИСНОВКИ**

На дослідженій ділянці у кв. 4, вид. 18 Цуманського лісництва Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуща» зареєстровано 60 видів судинних рослин і представників 7 класів та 24 рядів безхребетних тварин.

Віддаленість території досліджень від смт Цумань і автошляхів сприяло значному збереженню рослинного покриву – 86,7% судинних рослин ялиника, домінант головного ярусу якого ялина європейська (*Picea abies*) перебуває на південній межі бореальної частини ареалу, представляють аборигенну флору з типовими неморальними і бореальними видами. Це свідчить про абсолютну збереженість спонтанної флори.

Еудомінантною групою безхребетних тварин впродовж сезону 2022 року були представники різних рядів класу комахи Insecta (41,65%), домінантне

положення займали колемболи Collembola рядів Poduromorpha і Symphypleona, саркоптитформні кліщі Sarcoptiformes (19,06%), зокрема панцирні кліщі Oribatida та пауки Araneae.

Найбільше фауністичне різноманіття (3,74 та 3,72) властиве освітленим ділянкам ялинового лісу в межах сухостою та «вікна». Найвищий індекс подібності фаун на ділянках ялинового лісу з домішками дуба та у «вікні» ялинового лісу.

**Подяки.** Автори щиро вдячні керівництву і працівникам Ківерцівського національного природного парку за надану можливість проведення досліджень та допомогу в організації роботи, к.б.н., М. В. Химину за визначення хребетних тварин; к.б.н., доценту Ужгородського національного університету В. О. Чумаку за надане обладнання для зборів і цінні консультації щодо організації досліджень.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України. Про природно-заповідний фонд України. Статус і завдання національних природних парків. Стаття 20. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення Груд. 07, 2023).
2. Сухомлін, К., Кузьмішина, І., Труш, Т., Зінченко, М., Дяків, С., Зінченко, О. Збереженість біорізноманіття чорновільшняка у Цуманському лісництві (Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуща», Україна). *Нотатки сучасної біології*. 2022, 2(4), с. 61–70. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-2-8>
3. Зінченко, О., Кузьмішина, І., Труш, Т., Сухомлін, К., Зінченко, М., Дяків, С. Біорізноманіття дубових лісів у Цуманському лісництві (Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуща», Україна). *Нотатки сучасної біології*. 2023, 1(5), С. 15-23. DOI: <https://doi.org/10.29038/ncbio.23.1-3>
4. Мельник, В. І. *Острівні ялиники Українського Полісся* (Еколого-ценотичні особливості та наукові основи охорони). Київ: Наукова думка, 1993, 103 с.

5. Дебринюк, Ю. М. Всихання смерекових лісів: причини і наслідки. *Науковий вісник НЛТУ України. Урбанізаційні процеси в гірських ландшафтах і шляхи його регулювання*. Збірник науково-технічних праць, 2011, 21.16. 32-38. <https://cyberleninka.ru/article/n/vsiahannya-smerekovih-lisiv-prichini-ta-naslidki> (дата звернення Груд. 07, 2023).
6. *Каталог типів оселищ Українських Карпат і Закарпатської низовини* / Б. Проць, О. Кагало, Р. Кіш, І. Данилик, І. Круглов, І. Чорней, В. Буджак, Г. Зінгстра, К. Кітнес, С. Генненкен, О. Вовк, О. Орлов, М. Чернявський, Ю. Шпапик, І. Реслер, А. Токарюк, О. Омельчук; ред. Б. Проць, О. Кагало. Львів: Меркатор, 2012, 294 с. <https://geobot.org.ua/files/publication/1607/maket-katalog-new.pdf> (дата звернення Груд. 07, 2023).
7. Мельник, В. І. Про причини острівної локалізації ялинових лісів Полісся. *Доповіді Національної академії наук України*. 2020, 9, 86-97. DOI: [doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.086](https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.086) (дата звернення Груд. 07, 2023).
8. *Біорізноманіття Цуманської Пуці та питання його збереження*. Т. Л. Андрієнко, М. Л. Клестов, Ред. Київ: Фітосоціоцентр, 2004.

9. Оніщенко, В. А. НПП Ківерцівський «Цуманська пуца». Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.2. Національні природні парки / під ред. В.А. Оніщенка і Т. Л. Андрієнко. Київ: Фітосоціоцентр, 2012, 293–300.
10. Коцун, Л. О., Сухомлін, К. Б., Кузьмішина, І. І., Лісовська, Т. П., Коцун, Б. Б. Біорізноманіття пропонуваного ландшафтного заказника місцевого значення "Обрічки" (Маневийський район, Волинська область). *Природа Західного Полісся та прилеглих територій* : збірник наукових праць. Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки; за заг. ред. Ф. В. Зузук. Луцьк, 2015, 12, 128–132. <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/9944> (дата звернення Груд. 07, 2023).
11. Kuzmishyna, I. I., Merlenko, N. O., Ozhema, V. R. Taxonomic features of vascular plants of the ecological trail of the complex nature monument of national importance «Horyn' steep slopes». Ch.02. Ecology and environmental protection. *Scientific and educational dimensions of natural sciences: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023, 148–168. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-289-0-7> (дата звернення Груд. 07, 2023).
12. Зелена книга України / під заг. ред. Я.П. Дідуха. Київ: Альтерпрес, 2009. 448 с.
13. Літопис природи Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца». Т. 3. 2018 р.; КНПП «Цуманська пуца»: Ківерці, 2019.
14. Химин, М. В.; Клестов, М. Л.; Башта, А.-Т. В. Сучасний стан фауни хребетних тварин Цуманської пуці як один з основних аргументів створення Ківерцівського національного природного парку. *Науковий вісник ВДУ ім. Лесі Українки*. 2007, 11(2), 192–198.
15. Веремій, Т. Ю., Сухомлін, К. Б. Біотопічний розподіл турунів (Carabidae: Coleoptera) Ківерцівського НПП «Цуманська пуца». *Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень*, Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів, 12–13 травня 2020; Луцьк: Вежа-Друк, 2020; с. 467–469. [https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/Moloda-nauka-Volyni\\_2020\\_12-13travnua.pdf](https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/Moloda-nauka-Volyni_2020_12-13travnua.pdf) (дата звернення Жов. 10, 2020)
16. Веремій, Т. Ю.; Сухомлін, К. Б. Еколого-фауністична характеристика турунів (Carabidae: Coleoptera) Ківерцівського НПП «Цуманська пуца». *Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук*, Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 15 грудня 2020; Зінченко М. О., Голуб Г. С. Луцьк, 2020; с. 190–192. [https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/Moloda-nauka-Volyni\\_2020\\_12-13travnua.pdf](https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/Moloda-nauka-Volyni_2020_12-13travnua.pdf) (дата звернення Жов. 10, 2020)
17. Веремій, Т. Ю.; Сухомлін, К. Б. Туруни (Carabidae: Coleoptera) Ківерцівського НПП «Цуманська пуца». *Природно-заповідні території «Цуманської пуці»: стан сосново-дубових деревостанів, моніторинг, збереження, охорона*; Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю з дня створення Ківерцівського НПП «Цуманська пуца», 28–29 лютого 2020; Ківерці, 2020; с. 41–43.
18. Загайкевич, І. К.; Різун В. Б.; Яворницький В. І. К изучению жужелиц (Coleoptera, Carabidae) некоторых лесных экосистем запада УССР *Экология и таксономия насекомых Украины*. Сборник научных трудов УЭО. Киев-Одесса: Головное изд-во издательского объединения "Выща школа", 1989, 3, с.84–86.
19. Пучков, А. В. Обзор жужелиц рода *Carabus* L. (Coleoptera, Carabidae) фауны Украины. *Вестник зоологи*. 2008, 43(3), 209–219.
20. Пучков, А. В. Обзор карабидофауны (Coleoptera, Carabidae) Украины и перспективы ее изучения. *Вестник зоологи*. 1998, 9, 151–154.
21. Різун, В. Б. До фауни жуків-турунів (Coleoptera, Carabidae) Українського Полісся. *Збереження та відтворення біорізноманіття природно-заповідних територій*, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю Рівненського природного заповідника, м. Сарни, 11–13 червня 2009; Будз М. Д. та ін.; Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2009, 535–543.
22. Різун, В. Б., Чумак, В. О. До вивчення жуків-турунів (Coleoptera, Carabidae) Волинського Полісся. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 2010, 7, 149–153.
23. Різун, В. Б. Каталог жукелиць (Coleoptera, Carabidae) Західної України. 1. Рід *Cicindela* L. *Західноукраїнський зоологічний огляд*. Львів, 1994, 1, с.16–28.
24. Різун, В. Б. До фауни жуків-турунів (Coleoptera, Carabidae) Українського Полісся. *Збереження та відтворення біорізноманіття природно-заповідних територій*, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю Рівненського природного заповідника, м. Сарни, 11–13 червня 2009; Будз М. Д. та ін.; Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2009. с.535–543.
25. Різун, В. Б. Стан і перспективи вивчення жукелиць (Coleoptera, Carabidae) західної України. *IV з'їзду Українського ентомологічного товариства*, Харків, вересень 1992; с.142–143.
26. Сухомлін, К.; Чумак, В.; Зінченко, О.; Веремій, Т.; Зінченко, М. Туруни (Carabidae) Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца»: попередні дослідження. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*, 2020, 2 (390), 59–65.
27. Сухомлін, К. Б.; Зінченко, О. П.; Зінченко М. О. Комахи інфракласів Palaeoptera та Neoptera відділу Hemimetabola Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца»: попередні дослідження. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 2019, 16, 215–220.
28. Зінченко, О. П.; Сухомлін, К. Б.; Зінченко М. О. Комахи надрядів Neuropteroidea та Hymenopteroidea Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца»: попередні дослідження. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 2019, 16, 202–206.
29. Зінченко, О.; Сухомлін, К.; Зінченко, М. Комахи надряду Mecopteroidea Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца»: попередні дослідження. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*, 2019, 4(388), 78–86.
30. Сухомлін, К. Б.; Зінченко, О. П.; Зінченко М. О. Жуки (Coleoptera) Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца»: попередні дослідження. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*, 2019, 4(388), с. 44–52.
31. Сухомлін, К. Б.; Зінченко, О. П.; Зінченко М. О. Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуца» – унікальний резерват ентомофауни Волинської області. *Природно-заповідні території «Цуманської пуці»: стан сосново-дубових деревостанів, моніторинг, збереження, охорона*, Матеріали науково-практичної конференції присвяченої 10-річчю з дня створення Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуца», 28–29 лютого 2020; Ківерці, 2020, с. 7–9.
32. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року. [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text) (дата звернення Лист. 27, 2022).
33. Дідух, Я. П.; Шеляг-Сосонко, Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. 2003, 60(1), 6–17. <https://ua1lib.org/book/3247155/e69ddd?id=3247155&secret=e69ddd> (дата звернення Бер. 27, 2023).
34. Заверуха, Б. В. Сосудистые растения *Природа Украинской ССР. Растительный мир*. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Ред.; Наукова думка: Киев, 1985; 20–46.
35. *Определитель высших растений Украины*. Ю. Н. Прокудин, ред. Київ: Фітосоціоцентр, 1999.
36. Mosyakin, S. L.; Fedoronchuk, M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist. M.G. Kholodny Institute of Botany: Kiev, 1999.
37. Система APG IV. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система\\_APG\\_IV](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_APG_IV) (дата звернення Бер. 27, 2023).
38. Кузьмішина, І. І.; Коцун, Л. О.; Войтюк, В. П.; Коцун, Б. Б.; Лісовська, Т. П. Використання бази даних «Судинні рослини Волинської області» у флористичних дослідженнях. *Науковий парк та інноваційна інфраструктура університету як основа розвитку освіти та науки* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 4–5 жовтня 2013 р.). Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. с. 114–116.
39. Клеопов, Ю. Д. Анализ флоры широколиственных лесов Европейской части СССР. Киев: Наукова думка, 1990.
40. Duelli P., Obrist M. K., Schmatz D. R. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, 74, p. 33–64.
41. Дедю, І. І. *Екологічний енциклопедичний словарь*. Кишенев: Гл. ред. МСЭ, 1990.
42. Устименко, П. М. Угруповання ялинових лісів (*Picea abietis*). *Зелена книга України* / під заг. ред. Я.П. Дідуха. Київ: Альтерпрес, 2009. с. 155–156.





## Еколого-біоморфологічна характеристика мохоподібних торфово-болотного масиву Сира Погоня Рівненського природного заповідника (Україна)

Ірина Рабик<sup>1</sup>, Марія Юсковець<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Рівненський природний заповідник, м. Сарни, Україна

Адреса для листування: irenerw2022@gmail.com

Отримано: 27.09.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Моніторинг біорізноманіття та стану болотних екосистем на сьогодні є особливо актуальними для подальшого планування природоохоронного менеджменту таких територій. За результатами власних польових досліджень і літературними даними для торфово-болотного масиву Сира Погоня Рівненського природного заповідника виявлено 68 видів мохоподібних з 31 родини і 39 родів. За кількістю видів переважають родини Sphagnaceae – 22,2 %; Polytrichaceae – 11,8 %; Mniaceae і Dicranaceae – по 7,5 %. Проведено аналіз екологічних груп мохоподібних за трофністю субстрату: відзначено переважання мезотрофних (33,8 %) та оліготрофних видів (30,1 %), також виявлено мезоевтрофні види (19,1 %) й значний відсоток (5,9 %) евтрофних видів. Серед екологічних груп за вологістю місцевиростань переважають гігрозомезофіти і гігрофіти (35,3 %); мезофіти і ксеромезофіти становлять 30,3 % та 20,6 % відповідно. У результаті біоморфологічного аналізу встановлено домінування мохів з життєвими формами високої дернинки (39,7 %) і плетива (19,1 %) , які приурочені до вологих і перезволожених ділянок болотних і лісових екосистем, однак виявлено великий відсоток низьких дернинок (23,5 %), які поширюються на порушених ділянках. На території досліджень спостерігається широкий діапазон трофності й вологості локалітетів і різноманіття біоморфологічного спектру мохоподібних. За результатами аналізу екобіоморфологічної структури виявлено тенденцію до мезо- та евтрофізації окремих локалітетів.

**Ключові слова:** мохи, печіночники, екологічні групи, життєві форми, Західне Полісся, болотні екосистеми.

## Bryophytes of the Syra Pogonia peat massif of the Rivnenskyi Nature Reserve (Ukraine): ecological and biomorphological characteristics

Iryna Rabyk<sup>1</sup>, Mariia Yuskovets<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Ecology of the Carpathians of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> Rivnenskyi Nature Reserve, Sarny, Ukraine

Correspondence: irenerw2022@gmail.com

**Abstract.** Monitoring biodiversity and the state of mire ecosystems is particularly relevant today for the further planning of nature conservation management in such areas. Revision the taxonomic composition and determining the ecological and biomorphological features of the bryoflora of the peat massif Syra Pogonia RNR are relevant for assessing its current state and forecasting its dynamic trends. Research on bryophytes was carried out during 2020–2023 by collecting field materials, processing literary sources and critical analysis of herbarium collections. 68 species of bryophytes from 31 families and 39 genera we have identified in the mire massif of the Syra Pogonia of the Rivnenskyi Nature Reserve based on the results of our own field research and literary data. The families Sphagnaceae – 22,2 %, Polytrichaceae – 11,8 %, Mniaceae and Dicranaceae – 7,5 % each, were found to be the most abundant in terms of species. An analysis of the ecological groups of mosses based on trophicity of the substrate revealed a predominance of mesotrophic (33,8 %) and oligotrophic species (30,1 %), as well as mesoeutrophic species (19,1 %); a significant percentage (5,9 %) of eutrophic species. Among the ecological groups based on moisture of the habitats, hygromesophytes and hygrophites predominate (35,3 %); mesophytes and xeromesophytes account for 30,3 % and 20,6 % respectively. As a result of biomorphological analysis, the dominance of tall turfs (39,7 %) and wefts (19,1 %) life forms of mosses, which are associated with wet and oversaturated areas of mire and forest ecosystems, was established, but a large percentage of short turf (23,5 %) were also found to be widespread on disturbed areas. A wide range of trophic and moisture content of habitats, as well as a variety of biomorphological spectra of bryophytes, were observed in the studied territory. The heterogeneity of the ecobiomorphological spectrum of mosses in the mire massif, particularly the significant presence of xeromesophytic and

mesoeutrophic species with life forms of low turfs, indicates a negative trend towards meso- and eutrophication of certain sites of the oligotrophic bog.

**Key words:** mosses, liverworts, ecological groups, life forms, Western Polissia, mire ecosystems.

## ВСТУП

Болотні комплекси – відносно стійкі екосистеми з високою інертністю, однак негативні процеси, головними чином, унаслідок антропогенного впливу, провокують у них порушення колообігу речовин, що загалом впливає на глобальні кліматичні зміни [1]. Зокрема, падіння рівня ґрунтових вод, спричинене меліоративними роботами навіть на прилеглих до болотних угідь територіях, спричиняє відмирання сфагнових мохів і пересихання торфу [2]. Торф'яники, пересихаючи, втрачають функцію адсорбування вологи, починаються процеси мінералізації. На такому болоті виникають осередки займання, а через високу калорійність торфу горіння може тривати місяцями і створювати загрозу довкіллю, з колообігу речовин вилучається вуглець та утворюються шкідливі продукти горіння [3].

Моніторинг біорізноманіття та стану болотних екосистем на сьогодні набувають особливого значення, з огляду на те, що, органічна речовина, накопичена в торфовищах, акумулює вуглець з атмосфери, утримує значні запаси води і сприяє регулюванню рівня ґрунтових вод [4–6]. За даними досліджень, на водно-болотні угіддя припадає лише 3 % суходолу, але вони утримують від 600 до 1000 Гт вуглецю [7]. Надзвичайно актуальним є планування природоохоронного менеджменту таких територій [6; 8].

Рівненський природний заповідник (РПЗ) розташований у північній частині Рівненської області на території Володимирецького і Сарненського адміністративних районів на чотирьох відокремлених масивах: Білоозерський, Сира Погоня, Переброди та Сомине. Торфово-болотний масив Сира Погоня знаходиться на території двох природоохоронних науково-дослідних відділень (ПОНДВ) – Більського та Грабунського, на південь від с. Грабунь і на північ від с. Більськ Сарненського району Рівненської області. За геоботанічним районуванням України [9; 10] територія масиву належить до Європейської широколистяно-лісової області, Східноєвропейської провінції, Західнополіського (Ковельсько-Сарненського) округу і знаходиться біля його східної межі. Загальна площа масиву – 9 926 га, з них лісів – 5 059 (51 %), боліт – 4 650,9 (46,9 %) і водойм – 12,2 (0,1 %) [11]. Сира Погоня розташована в межириччі Случа, Горині та Уборті й значною мірою формує гідрологічний режим цієї території. Глибина торфового покладу становить 4 м. Торф має високу кислотність та низьку зольність (3–7 %), підстеляється піском. Поверхню незаболочених ділянок складають переважно плейстоценові алювіальні піщані відклади, на яких сформувалися дерново-підзолисті ґрунти [11]. У 2016 р. торфово-болотний масив Сира Погоня включений до переліку Рамсарських водно-болотних угідь [12].

Мохоподібні, особливо сфагнові мохи, є важливим компонентом болотних екосистем [13]. Залежно від мікрокліматичних умов та особливостей взаємовпливу рослинних угруповань вони проявляють едифікаторно-ценотичні властивості [14–16].

На основі молекулярно-генетичних досліджень переглянуто статус окремих видів, зокрема, у межах виду *Sphagnum magellanicum* s.l. виділено три окремі види: *S. magellanicum* Brid., *S. divinum* Flatberg & Hassel і *S. medium* Limpr. Встановлено, що *S. magellanicum* s. str. трапляється в південній частині Південної Америки, а в Європі поширені *S. divinum* і *S. medium* [17]. Тому необхідний критичний аналіз усього наявного гербарного матеріалу *S. magellanicum* з території України, а поки що вид трактується *sensu lato* і наводиться в “Продромусі спорових рослин України: мохоподібні” [18]. М. Бойком [19] уточнено поширення *Sciuro-hypnum oedipodium* (Mitt.) Ignatov & Huttunen (Кавказ, Чукотка, захід Північної Америки), відповідно, зразки з України, ідентифіковані як *S. oedipodium* належать до *S. curtum* (Lindb.) Ignatov, який донедавна був об'єднаним з попереднім видом. У результаті аналізу нуклеотидних послідовностей ДНК було встановлено, що *S. oedipodium* і *S. curtum* є чітко відокремленими видами [20].

Ураховуючи все вищенаведене та новітні зміни в систематиці мохоподібних [21], виникла потреба в критичній ревізії таксономічного складу. Актуальним є також визначення екологічних і біоморфологічних особливостей бріофлори торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ для оцінки її сучасного стану та прогнозування динамічних тенденцій.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження мохоподібних на території торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ (рис. 1) проводили впродовж 2020-2023 рр. шляхом збору польових матеріалів, опрацювання літературних джерел і критичного аналізу гербарних колекцій (KW, LW, LWKS, Гербарію РПЗ, Рівненського краєзнавчого музею та ін.).

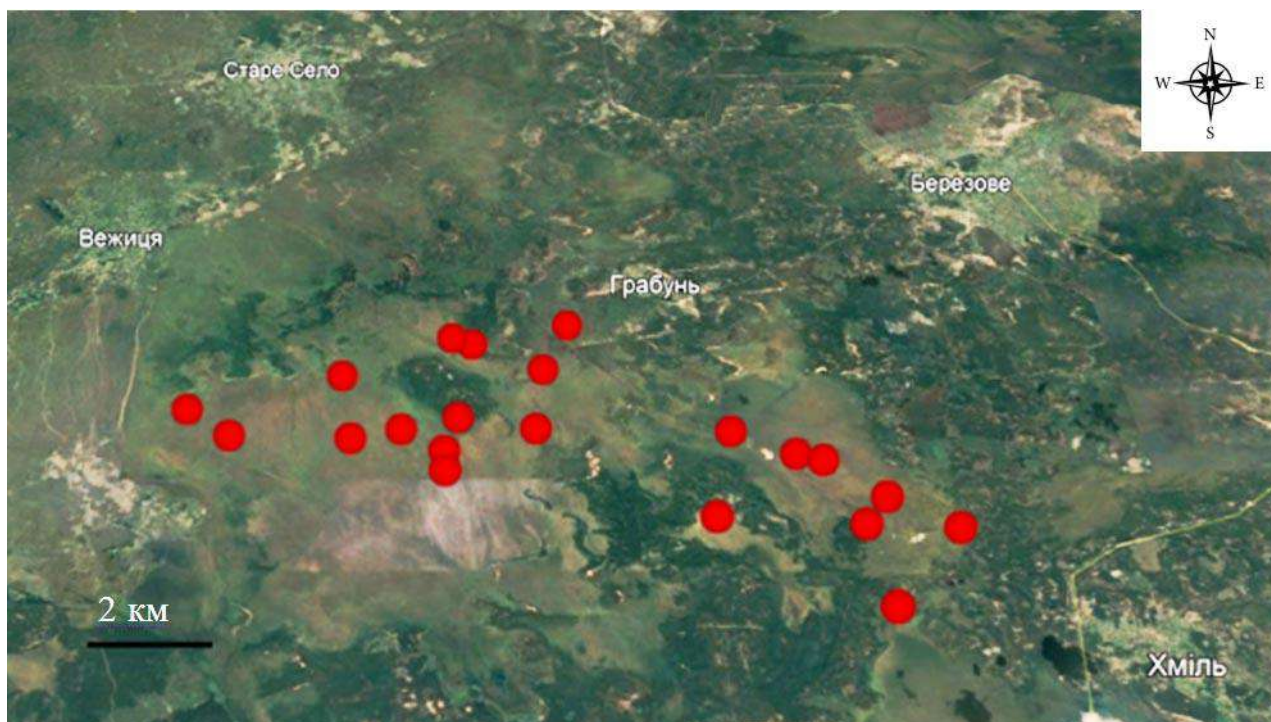
Опрацювання бріологічного матеріалу здійснювали у лабораторії відділу екоморфогенезу рослин Інституту екології Карпат НАН України (м. Львів) за допомогою мікроскопів Stemi-2000 і Primo Star (Carl Zeiss) загальноприйнятим морфологічним методом із використанням визначників мохоподібних [22–30].

Для встановлення життєвих форм мохоподібних використовували класифікацію К. Гімінгайма і Е. Робертсона [31], модифіковану К. Уличною [32]

\*Номенклатура і автори видів мохоподібних подані за “An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus” [21].

та К. Мегдефрау [33], П. Річардсом [34] та доповнену Д. Гляйм [35]. Додатково життєві форми розрізняли за щільністю: пухкі чи щільні дернинки, килимки та

плетива; для сфагнів окремо виділяли пучкувато-гілчасті дернинки, пучки та водні колонії [32; 36; 37].



**Рис. 1.** Місця збору матеріалу на території торфово-болотного масиву Сира Погоня Рівненського природного заповідника

Для визначення екологічних груп використовували критерії Г. Риковського [38, 39] і М. Бойка [40], додатково звіряючи види за шкалою Р. Дюла [41].

### РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ

Бріологічні дослідження регіону почалися з вивчення флори сфагнових мохів. В. Доктуровський [42] вивчав оліготрофні болота і роль сфагнуму в утворенні торфу на території Полісся, однак без точних вказівок місцезнаходжень конкретних видів. З території Західного Полісся відома робота Б. Шафрана по сфагнових мохах з різних локалітетів [43]. У “Флорі печіночних та сфагнових мохів” Д. Зерова [29] узагальнено дані про види роду *Sphagnum* L. та деякі печіночники, як на основі його власних зборів, так і гербарного матеріалу інших дослідників, зокрема, зразків *Sphagnum rubellum* Wilson зібраних Є. Брадєс з “болота Погоня біля Єльного” [29]. Починаючи з 80-х років ХХ ст. дослідження бріофлори

торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ проводили Т. Андрієнко та Ю. Шеляг-Сосонко. У праці “Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны” для Сирої Погоні наведені сфагнові мохи *S. magellanicum*, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., *S. rubellum* [44]. У 2004–2005 рр. та 2008–2012 рр. на території РПЗ працював В. Вірченко [45–48].

За власними та літературними даними для торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ встановлено 68 видів мохоподібних з 31 родини і 39 родів. Загалом для РПЗ станом на 2023 р. наводиться 156 мохів і печіночників з 91 роду та 49 родин [11], отже, видовий склад масиву Сира Погоня достатньо багатий і становить близько половини (44 %) від бріофлори Заповідника.

Найкраще особливості таксономічного складу мохоподібних торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ відображає кількісний та якісний розподіл 10-ти провідних родин (табл. 1).

Таблиця 1

**Таксономічний склад мохоподібних торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ**

Родина	Рід		Вид	
	кількість	%	кількість	%
1	2	3	4	5
Sphagnaceae	1	2,7	15	22,2
Polytrichaceae	2	5,1	8	11,8
Mniaceae	2	5,1	5	7,5
Dicranaceae	1	2,6	5	7,5

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
Bryaceae	2	5,1	3	4,4
Orthotrichaceae	2	5,1	3	4,4
Amblystegiaceae	2	5,1	2	3,0
Brachytheciaceae	2	5,1	2	3,0
Pylaisiaceae	2	5,1	2	3,0
Thuidiaceae	2	5,1	2	3,0
Моновидові родини	21	53,9	21	30,2
<b>Всього</b>	<b>39</b>	<b>100</b>	<b>68</b>	<b>100</b>

На першому місці за видовим різноманіттям (15 видів, 22,2%) знаходиться родина Sphagnaceae, представники якої відіграють роль едификаторів у болотних екосистемах. Види сфагнів мають різні екологічні особливості: одні з них ростуть на купинах, які піднімаються до 50 см над поверхнею болота, інші – у пониженнях між купинами, що формує відповідний мікрорельєф і комплексний

характер розподілу угруповань. На купинах найпоширенішими є *S. divinum*, *S. magellanicum*, *S. fuscum*, *S. rubellum* *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw., у пониженнях – *S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. (рис. 2). У затоплених місцях росте *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., який в таких умовах утворює специфічну життєву форму – водну колонію.

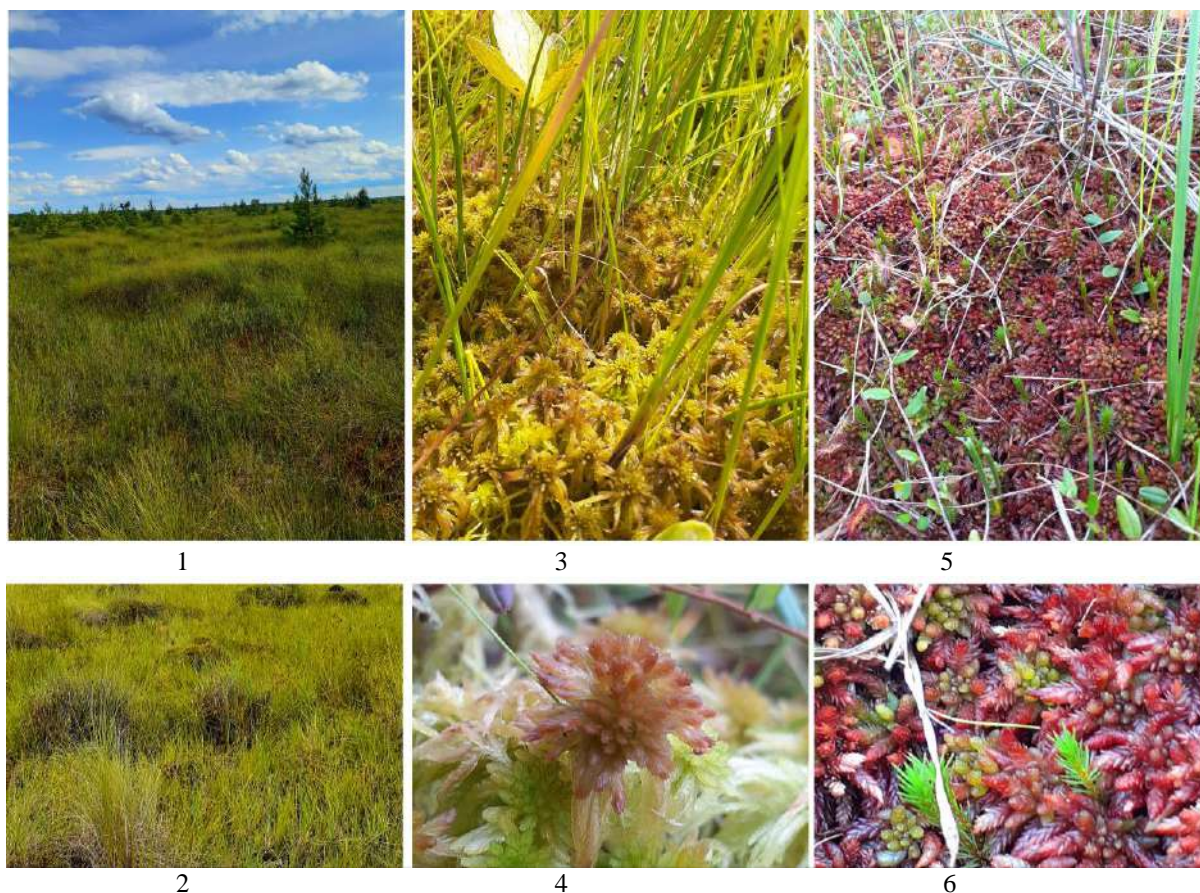


Рис. 2. 1 – загальний вигляд оліготрофної ділянки торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ; 2 – купини; 3, 4 – *Sphagnum fallax* між купинами; 5, 6 – *Sphagnum divinum* з домішкою *Polytrichum strictum* на купині

Купини на певному етапі розвитку починають пересихати на верхівках, особливо влітку за умови підвищеної інсоляції та температури, як наслідок – починаються первинні процеси мінералізації торфу. Створюються сприятливі умови для їх заселення *Polytrichum strictum* Menzies ex Brid., згодом – *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. На ділян-

ках без вираженого мікрорельєфу також спостерігається пересихання сфагнових мохів (рис. 3), що спричинено зниженням рівня води внаслідок порушень гідрологічного режиму, що в подальшому призводить до мезо- та еутрофізації таких ділянок.

У сирих соснових лісах спорадично трапляється *S. squarrosum* Crome. На території масиву

ідентифіковано *S. divinum*, однак це не є новою знахідкою на території РПЗ, оскільки концепція виду як такого, залишилась незмінною, змінилась лише

назва. Додаткового опрацювання потребує гербарний матеріал під назвою *S. magellanicum*, зібраний попередніми дослідниками.



**Рис. 3.** Пересихання сфагнового покриву із *Sphagnum fuscum* на окремих оліготрофних ділянках торфво-болотного масиву Сира Погоня Рівненського природного заповідника

На другому місці за кількістю видів розміщується родина Polytrichaceae (8 видів, 11,8 %), представники якої домінують на оліготрофних (*Polytrichum strictum*) та мезотрофних (*P. commune* Hedw., *P. longisetum* Sw. ex Brid.) ділянках боліт і поширені в соснових і березово-соснових лісах (*P. formosum* Hedw., *P. juniperinum* Hedw., *P. piliferum* Hedw., *Atrichum tenellum* (Röhl.) Bruch & Schimp., *A. undulatum* (Hedw.) P.Beauv.). До родин Mniaceae і Dicranace належать по 5 видів (7,5 %), це типові види наземного покриву соснових та березово-соснових лісів.

У соснових і березово-соснових лісах на ґрунті найпоширенішими видами є *Dicranum polysetum* Sw. ex Anon. і *D. scorarium* Hedw. Рідко на піщаному ґрунті трапляється *Vuxbaumia aphylla* Hedw., у вологих місцях – *Pohlia bulbifera* (Warnst.) Warnst. та *P. campotrachela* (Renauld & Cardot) Broth. В основі листяних дерев ростуть *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Ptychostomum moravicum* (Podp.) Ros & Mazimpaka, *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske, *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain., вище на стовбурах – *Ulota crispa* (Hedw.) Brid., *Lewinskya speciosa* (Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet та *L. striata* (Hedw.)

F. Lara, Garilleti & Goffinet на гнилому дереві – *Tetraphis pellucida* Hedw., *Callicladium haldanianum* (Grev.) H.A. Crum, *Dicranum flagellare* Hedw., *D. tauricum* Sarjegin. Останній вид досить розповсюджений, трапляється також в основах дерев й на каменях. Він вважається експансивним, тобто вид стрімко поширюється і заселяє всі придатні локалітети [49].

Однак значну частку на досліджуваній території становлять види, які належать до моновидових родин (30,2 %), що свідчить про наявність локалітетів з різними мікроумовами. Спостереження за змінами співвідношення таких видів є ефективним показником позитивних чи негативних тенденцій на торфво-болотному масиві.

Найважливіші еколого-біоморфологічні особливості мохоподібних торфво-болотного масиву Сира Погоня РПЗ наведені в табл. 2.

Проведено аналіз екологічних груп мохоподібних за вологістю й трофністю субстрату. Щодо трофності субстрату відзначено переважання мезотрофних видів – 33,8 %, оліготрофи становлять 30,1 %, також виявлено мезоевтрофні та евмезотрофні види

(19,1 % і 2,9 % відповідно) й значний відсоток  
(5,9 %) евтрофних видів, що свідчить про наявність

ділянок з різним водно-температурним режимом  
(рис. 4).

Таблиця 2

Список мохоподібних торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ

Назва виду	Еко-біоморфологічні особливості
1	2
<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M. Fleisch.	О-МФ К-МТ, ЕГ, ППЛ
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	М-ЕТ МФ, ЕГ, ППЛ
<i>Atrichum tenellum</i> (Röhl.) Bruch & Schimp.	М-ЕТ МФ, ЕГ, НД
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P.Beauv.	М-ЕТ МФ, ЕГ, ВД
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	МТ ГФ, ЕГ, ВД
<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen	МТ МФ, ЕГ, ЕК, ЩПЛ
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	О-МТ К-МФ, ЕГ, НД
<i>Buxbaumia aphylla</i> Hedw.	ОТ К-МФ, ЕГ, НД
<i>Callicladium haldanianum</i> (Grev.) H.A. Crum	МТ МФ, ЕГ, ЩПЛ
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	О-МТ К-МФ, ЕГ, НД
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	ЕТ Г-МФ, ЕГ, ДФ
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	О-МТ Г-МФ, ЕГ, НД
<i>Dicranum flagellare</i> Hedw.	О-МТ МФ, ЕП, НД
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	О-МТ К-МФ, ЕП-ЕЛ, НД
<i>Dicranum polysetum</i> Sw. ex Anon.	О-МТ МФ, ЕГ, ВД
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	МТ МФ, ЕГ, ВД
<i>Dicranum tauricum</i> Sapjegin	О-МТ К-МФ, ЕК-ЕП, НД
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	ЕТ МФ, ЕГ, НД
<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Iwats.	МТ МФ, ЕК, ППЛ
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	МТ К-МФ, ЕГ-ЕЛ, ЩПЛ
<i>Jochenia pallescens</i> (Hedw.) Hedens, Schlesak & D. Quandt	МТ МФ, ЕГ, ЩПЛ
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	М-ЕТ МФ, ЕФ, ШК
<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Ångstr.	ОТ К-МФ, ЕГ, ВП
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.	МТ МФ, ЕК, ГК
<i>Lewinskya speciosa</i> (Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet	М-ЕТ К-МФ, ЕФ, МП
<i>Lewinskya striata</i> (Hedw.) F. Lara, Garilleti & Goffinet	МТ МФ, ЕФ, МП
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dum.	МТ МФ, ЕП, ГК
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	ЕТ Г-МФ, ЕГ, СК
<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J. Kop.	М-ЕТ МФ, ЕГ, ВД (п)
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.Kop.	М-ЕТ МФ, ЕГ, ВД (п)
<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Schimp.	МТ МФ, ЕП - ЕФ, ЩПЛ
<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	О-МТ МФ, ЕГ, ППЛ
<i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.	М-ЕТ Г-МФ, ЕГ, НД
<i>Pohlia camptotrachela</i> (Renauld & Cardot) Broth.	М-ЕТ Г-МФ, ЕГ, НД
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	О-МТ МФ, ЕГ, НД
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	О-МТ Г-МФ, ЕГ, ВД

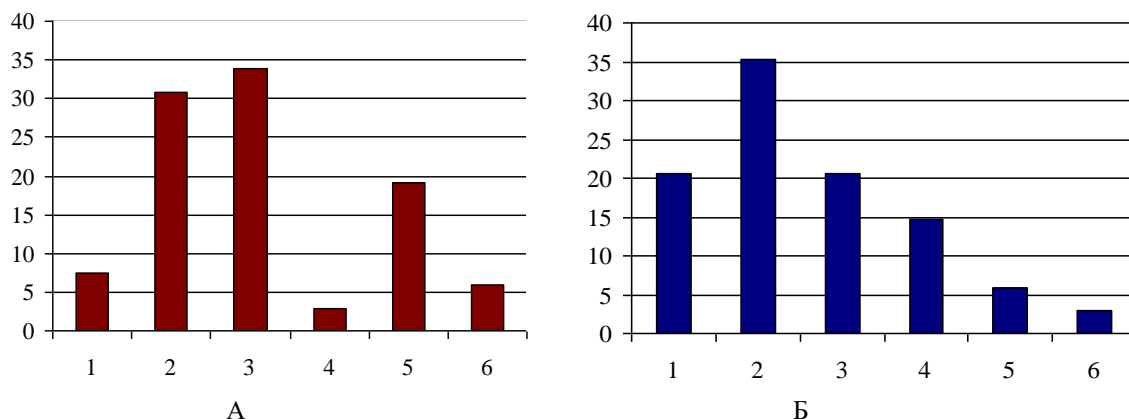
Закінчення таблиці 2

1	2
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	МТ МФ, ЕГ, ВД
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	О-МТ К-МФ, ЕГ, ВД
<i>Polytrichum longisetum</i> Sw. ex Brid.	М-ЕТ Г-МФ, ЕГ, ВД
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	ОТ К-МФ, ЕГ, НД
<i>Polytrichum strictum</i> Menzies ex Brid.	О-МТ ГФ, ЕГ, ВД
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (Weber) Vain.	МТ К-МФ, ЕФ, ШК
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	МТ МФ, ЕГ, ППЛ
<i>Ptychostomum imbricatum</i> (Müll. Hal.) Holyoak & N. Pedersen	МТ К-МФ, ЕГ, НД
<i>Ptychostomum moravicum</i> (Podp.) Ros & Mazimpaka	МТ К-МФ, ЕГ, НД
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.	МТ К-МФ, ЕФ, ШК
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	МТ К-МФ, ЕФ, ГК
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	М-ЕТ Г-МФ, ЕФ, ППЛ
<i>Sciuro-hypnum curtum</i> (Lindb.) Ignatov	МТ МФ, ЕГ, ППЛ
<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.Jens. ex Russ.) C.Jenn.	О-МТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	О-МТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum centrale</i> C.Jens.	ЕТ ГФ, ЕГ, ПГД-ПЧ
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.	О-МТ ГДФ, ЕГ – ВК, ПГД
<i>Sphagnum divinum</i> Flatberg & Hassel	О-МТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum majus</i> (Russow) C.E.O. Jensen	О-МТ Г-ГДФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum fallax</i> (Klinggr.) Klinggr.	О-МТ ГФ-Г-ГДФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) Klinggr	ОТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid	О-МТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum obtusum</i> Warnst.	Е-МТ ГДФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum palustre</i> L.	Е-МТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	МТ Г-ГДФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum rubellum</i> Wils.	ОТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	М-ЕТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Sphagnum subsecundum</i> Nees	М-ЕТ ГФ, ЕГ, ПГД
<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	МТ МФ, ЕП, НД
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A. Jaeger	МТ МФ, ЕГ, ППЛ
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	МТ МФ, Н, ЕФ, МП
<i>Warnstorfia fluitans</i> (Hedw.) Loeske	О-МТ Г-ГДФ, ЕГ, ППЛ

**Умовні позначення:** за трофністю: ОТ – оліготроф; О-МТ – олігомезотроф; МТ – мезотроф; М-ЕТ – мезоевтроф; Е-МТ – евмезотроф; ЕТ – евтроф; за вологістю: К-МФ – ксеромезофіт; МФ – мезофіт; Г-МФ – гіромезофіт; ГФ – гірофіт; Г-ГФ – гірогідрофіт; ГД – гідрофіт; тип субстрату: ЕГ – епігейний вид; ЕП – епліт; ЕФ – епіфіт; ЕК – епідіт; життєва форма: НД – низька дернинка; ВД – висока дернинка; ВД (п) – висока дернинка повзучими галузками; СК – сланевий килимок; НК – нитчастий килимок; ГК – гладкий килимок; ШПЛ – щільне плетиво; ППЛ – пухке плетиво; ВП – велика подушка, МП – маленька подушка, ДФ – деревоподібна форма; ПГД – пучкувато-гілчаста дернинка; ПЧ – пучок; ВК – водна колонія.

За вологістю місцевиростань переважають мезофіти (24 види, 35,3%), до гірофітів та ксеромезофітів належать по 14 видів (20,6%), гіромезофіти

представлені 10 видами (14,7%), гірогідрофіти – 4 (5,9%), гідрофіти – 2 (2,9%) (рис. 4).



**Рис. 4.** Екологічні групи мохоподібних болотного масиву Рівненського природного заповідника, %:  
А – за трофічністю (1 – оліготрофи; 2 – олігомезотрофи; 3 – мезотрофи; 4 – евмезотрофи; 5 – мезоевтрофи;  
6 – евтрофи); Б – за вологістю (1 – ксеромезофіти; 2 – мезофіти; 3 – гігромезофіти; 4 – гігрофіти;  
5 – гірогідрофіти; 6 – гідрофіти) субстрату.

Більшість бріофітів повністю залежні від зовнішнього постачання води [50]. Основну роль у накопиченні та зберіганні вологи у мохоподібних відіграє не окрема особина, а клональна або колоніальна життєва форма. Специфіка будови життєвої форми зводить до мінімуму випаровування і забезпечує максимальну фотосинтетичну активність [51]. Було проаналізовано біоморфологічну структуру бріофітів торфово-болотного масиву Сира Погоня. Установлено, що найбільше видів утворюють життєву форму високої дернинки (39,7%); окрім класичних високих дернинок відзначено їх відміни: пучкувато-гілчасті (19,1%), пучкові (1,5%) та дернинки з повзучими галузками (3,5%). Низькі дернинки становлять 23,5% від усіх видів; плетива – 19,1% (пухкі – 11,8%, щільні – 7,3%); килимки – 10,3% (шерехаті – 4,4%; гладкі – 4,4%; сланеві – 1,5%). Домінантними життєвими формами бріофітів є високі дернинки, які трапляються на вологих і перезволожених ділянках болотних і лісових екосистем.

## ВИСНОВКИ

На території торфово-болотного масиву Сира Погоня РПЗ за кількістю видів домінують родини перезволожених і вологих екотопів (*Sphagnaceae* –

22,2%, *Polytrichaceae* – 11,8%, *Mniaceae* і *Dicranaceae* – по 7,5%), однак також відзначено 30,2% моновидових родин, що свідчить про значну диференційованість локальних мікроумов. Хоча серед екоморф за трофічністю переважають мезотрофні та оліготрофні види (33,8% і 30,1% відповідно), однак поширеними є мезоевтрофи (19,1%), також виявлено значний відсоток (5,9%) евтрофів. За вологістю переважають мезофіти (35,3%), добре представлена гігрофітна група (гігрофіти – 20,6%; гігромезофіти – 14,7%; гірогідрофіти – 5,9% та гідрофіти – 2,9%), відзначено багато ксеромезофітних видів (20,6%). Більшість мохоподібних з біоморфами високих дернинок і пухких плетив приурочені до вологих і перезволожених екотопів (оліготрофних і мезотрофних ділянок боліт), а значна частина мохів і печіночників з життєвими формами гладких, шерехатих і сланевих килимків і низьких дернинок – до соснових і сосново-березових лісів, а також до болотних і прилеглих до боліт деградованих ділянок.

Гетерогенність екобіоморфологічного спектру мохоподібних торфово-болотного масиву, зокрема значна представленість ксеромезофітних і мезоевтрофних видів з життєвими формами низьких дернинок свідчить про негативну тенденцію мезо- та евтрофізації окремих ділянок оліготрофного болота.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Harenda, K.M.; Lamentowicz, M.; Mateusz, M.; Samson, M.; Chojnicki, B.H. The role of peatlands and their carbon storage function in the context of climate change. *GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences* 2018, in book: Interdisciplinary approaches for sustainable development goals, pp 169-187. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3_12)
2. Zerbe, S.; Steffenhagen, P.; Parakenings, K.; Timmermann, T.; Frick, A.; Gelbrecht, J.; Zak, D. Ecosystem service restoration after 10 Years of rewetting peatlands in NE Germany. *Environmental Management* 2013, 51(6), pp 1194–1209. doi: <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0048-2>
3. Hamada Y., Darung U., Limin Sh., Hatano R. Characteristics of the fire-generated gasemission observed during a large peatland fire in 2009 at Kalimantan, Indonesia. *Atmospheric Environment*

2013, 74, pp 177–181. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.03.058>

4. Charman, D.J.; Beilman, D.W.; Blaauw, M.; Booth, R.K.; Brewer, S.; Chambers, F.M.; Christen, J.A.; Gallego-Sala, A.; Harrison, S.P.; Hughes, P.D.M.; Jackson, S.T.; Korhola, A.; Mauquoy, D.; Mitchell, F.J.G.; Prentice, I.C.; van der Linden, M.; De Vleeschouwer, F.; Yu, Z.C.; Alm, J.; Bauer, I.E.; Corish, Y.M.C.; Garneau, M.; Hohl, V.; Huang, Y.; Karofeld, E.; Le Roux, G.; Loisel, J.; Moschen, R.; Nichols, J.E.; Nieminen, T.M.; MacDonald, G.M.; Phadtare, N.R.; Rausch, N.; Sillasoo, Ü.; Swindles, G.T.; Tuittila, E.S.; Ukonmaanaho, L.; Väliranta, M.; van Bellen, S.; van Geel, B.; Vitt, D.H.; Zhao, Y. Climate-related changes in peatland carbon accumulation during the lastmillennium, *Biogeosciences* 2013, 10(2), pp 929–944.
5. Груммо, Д.Г.; Зеленкевич, Н.А.; Созинов, О.В.; Мойсейчик, Е. В. Еколого-економічна оцінка екосистемних послуг при оптимізації гідрологічного режиму верхнього болота Ельня (Білорусь). *Вестник МГУ* 2016, 1, с 57–66.



6. Шимова, О. С.; Лопачук, О. Н.; Байчоров, В. М. *Экономическая эффективность мероприятий по сохранению биологического разнообразия*; Беларусь: Наука: Минск, 2010; 123 с.
7. Yu, Z.; Beilman, D.W.; Froking, S.; MacDonald, G.M.; Roulet, N.T.; Camill, P.; Charman, D.J. Peatlands and their role in the global carbon cycle. *Eos, Trans Am Geophys Union*. 2011, 92(12), pp 97–98. doi: <https://doi.org/10.1029/2011EO120001>
8. Андреева, В.; Войтюк, В.; Кичилок, О.; Шепелюк, М.; Гетьманчук, А.; Деркач, В. Економічна оцінка Черемського болота на основі екосистемних послуг. *Notes in Current Biology* 2021, 1 (1), с 15–24. doi: <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.1.15-24>
9. *Національний атлас України / НАН України, Інститут географії, Державна служба геодезії, картографії та кадастру; голов. ред. Національного атласу України Л.Г. Руденко; голова ред. кол. Б.С. Патон; ДНВП «Картографія»: Київ, 2007; 435 с.*
10. Маринич, О.М.; Шищенко, П.Г. *Фізична географія України*. Львів: Знання, 2006; 511 с.
11. *Літотис природи Рівненського природного заповідника*. РПЗ: Сарни, 2022, Т. 24; 384 с.
12. Ukraine. Syra Pogonia Bog [Online]; Ramsar Sites Information Service. Created by RSIS V.1.7 on – 13 December 2016. [https://rsis Ramsar.org/RISapp/files/RISrep/UA2274RIS\\_1612\\_en.pdf](https://rsis Ramsar.org/RISapp/files/RISrep/UA2274RIS_1612_en.pdf) (accessed Oct 28, 2022)
13. During, H.J.; van Tooren, B.F. Recent developments in bryophyte population ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 1987, 2, pp 89–93.
14. Rabyk, I.V.; Lobachevska, O.V.; Kyuak, N.Y.; Shcherbachenko, O.I. Bryophytes on the devastated territories of sulphur deposits and their role in restoration of dump substrate. *Biosystems Diversity* 2018, 26(4), pp 339-353. doi: <https://doi.org/10.15421/011850>
15. Рабик, І.В.; Данилків, І.С. Мохоподібні (Нератисорхута, Вруорхута) болота Немирів. *Наукові записки Державного природознавчого музею* 2008, вип. 24, с 115–126.
16. Трофимец, В.И.; Ипатов В.С. Средообразующая роль лишайникового и мохового покрова в сухих сосняках. *Ботанический журнал* 1990, т. 75, № 8, с 1102–1109.
17. Hassel, K.; Kyrkjeeide, M.O.; Yousefi, N.; Presto, T.; Stenøien, H.K.; Shaw, A.J.; Flatberg, K.I. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. *Journal of Bryology* 2018, 40(3), pp 197–222.
18. Вірченко, В.М.; Нипорко, С.О. *Продромус спорових рослин України: мохоподібні / ред.: П.М. Царенко, Київ: Наукова думка, 2022. 176 с*
19. Воіко, М.Ф. The Second checklist of Bryobionta of Ukraine. *Чорноморський ботанічний журнал* 2014, Т. 10, №. 4, с 426-487. doi: <https://doi.org/10.14255/2308-9628/14.104/2>
20. Ignatov, M.S.; Milutina, I.A. On *Sciuro-hyrrum oedipodium* and *Sciuro-hyrrum curtum* (Brachytheciaceae, Bryophyta). *Arctoa* 2007, 16, pp 47–61.
21. Hodgetts, N.G.; Söderström, L.; Blockeel, T.L.; Caspari, S.; Ignatov, M.S.; Konstantinova, N.A.; Lockhart, N.; Papp, V.; Schröck, C.; Sim-Sim, M.; Bell, D.; Bell, N.E.; Blom, H.H.; Bruggeman-Nannenga, M.A.; Brugués, M.; Enroth, J.; Flatberg, K.I.; Garilleti, R.; Hedenäs, L.; Holyoak, D.T.; Hugonnot, V.; Kariyawasam, I.; Köckinger, H.; Kučera, J.; Lara, F.; Porley, R.D. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. *Journal of Bryology* 2020, vol. 42, N 1, pp 1-116. <https://doi.org/10.1080/03736687.2019.1694329>
22. Frahm, J.-P.; Frey W. *Moosflora*; Stuttgart: Ulmer, 2004; 537 p.
23. Игнатов, М.С.; Игнатова, Е.А. *Флора мхов средней части европейской России*, Т.1 1: Sphagnaceae – Hedwigiaceae; М.: КМК, 2003; 608 с.
24. Игнатов, М.С.; Игнатова, Е.А. *Флора мхов средней части европейской России*, Т. 2: Fontinalaceae – Amblistegiaceae; М.: КМК, 2004; 335 с.
25. Бачурина, Г.Ф.; Мельничук, В.М. *Флора мхов Української РСР*, вип. 1; Наукова Думка: Київ, 1987; 180 с.
26. Бачурина, Г.Ф.; Мельничук, В.М. *Флора мхов Української РСР*, вип. 2; Наукова Думка: Київ, 1988; 180 с.
27. Бачурина, Г.Ф.; Мельничук, В.М. *Флора мхов Української РСР*, вип. 3; Наукова Думка: Київ, 1989; 176 с.
28. Бачурина, Г.Ф.; Мельничук, В.М. *Флора мхов України*, вип. 4; Академперіодика: Київ, 2003; 256 с.
29. Зеров, Д.К. *Флора печіночних і сфагнових мхів України*, К.: Наук. думка, 1964; 356 с.
30. Лазаренко, А.С. *Определитель лиственных мхов Украины*, изд-во АН УССР: Киев, 1955; 467 с.
31. Gimingham, C.H.; Robertson, E.T. Preliminary investigations on the structure of bryophytic communities. *Transaction of British Bryological Society* 1950, 1, pp 330-344.
32. Улична, К.О. Форми росту мохоподібних Карпатського високогір'я. *Український ботанічний журнал* 1970, 27, № 2, с 189-195.
33. Mägdefrau, K. Life-forms of bryophytes. In *Bryophyte ecology*. ed. A.J.E. Smith. Chapman a. Hall.: London, 1982. pp 45-58.
34. Richards, P.W. The ecology of tropical forest bryophytes. *New Manual of Bryology*, vol. 2. The Hattori Botanical Laboratory: Nichinan. 1984. pp 1233-1270.
35. Glime, J. *Bryophyte biology*. Michigan Technological University [Online]; 2020, <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>(accessed Oct 27, 2023).
36. Hill, M.O.; Preston, C.D.; Bosanquet, S.D.S.; Roy, D.B. *BRYOAT: attributes of British and Irish mosses, liverworts and hornworts*. Centre for Ecology and Hydrology: Cambridge, 2007. 88 p.
37. Рабик, І.В.; Данилків, І.С. Життєві форми мохоподібних Українського Розточчя. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка*. Серія: Біологія, випуск 25, №1-2, Тернопіль, 2005, с 6-11.
38. Рыковский, Г.Ф. *Мохообразные Березинского биосферного заповедника*. Наука и техника: Минск, 1980; 136 с.
39. Рыковский, Г.Ф.; Масловский, О.М. *Флора Беларуси. Мохообразные*, Т. 1. под. ред. В.И.Парфенова. Тэхналогія: Минск: 2004; 437 с.
40. Бойко, М.Ф. *Анализ бриофлоры степной зоны Европы*. Фитосоциентр: Киев, 1999; 180 с.
41. Düll, R. Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. *Scripta Geobotanica* 1991, Vol. 18, s 175-214.
42. Доктуровський, В.С. Мхи – торфообразователи Полесья (Минской и Волинской губернии). *Вести торф.дела* 1916, №3-4, 43 с.
43. Szafran, B. *Torfowce Polesia*; Prace Biura meljoracji Polesia. 1930. T. 1. Z. 3. s 1-14.
44. Андриенко, Т.Л.; Шеляг-Сосонко, Ю.Р. *Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны*. Наук. думка: Киев: 1983, 216 с.
45. Вірченко, В.М. Нові знахідки рідкісних для України мохоподібних. *Український ботанічний журнал* 2004, 61, 1. С. 106-110.
46. Вірченко, В.М.; Орлов О.О. Нові та рідкісні мохоподібні для Українського Полісся. *Український ботанічний журнал* 2005. 62, № 3. С. 431-436.
47. Вірченко В.М.; Орлов, О.О.; Головка, О.В. Мохоподібні Рівненського природного заповідника. Екологія водноболотних угідь і торфовищ (збірник наукових статей). Матл. III Міжнар. наук.-практ. круглого столу, ТОВ «НВП «Інтерсервіс»: Київ, 2014. с 59-63.
48. Вірченко В.М. *Мохоподібні природно-заповідних територій Українського Полісся*; ТОВ “НВП “Інтерсервіс”: Київ, 2014. 224 с.
49. Stebel, A.; Virchenko, V.M.; Plasek, V.; Ochyra, R. Range extension of *Orthodicranum tauricum* (Bryophyta, Dicranaceae) in central-east Europe. *Polish Bot. J.* 57(1) s 119-128.
50. Bates, J.W. Mineral nutrition, substratum ecology and pollution. *Bryophyte Biology*, ed. A.J. Shaw a. B. Goffinet. University Press: Cambridge, 2000, pp 248-343.
51. Vilde, R. 1991. Role of life form in the formation of the water regime of mosses. *Proc. Est. Acad. Sci., Ecol.* 1991, 1(4), pp 173-178.



## Розділ III. Фізіологія людини і тварин

УДК [572.71:904.5](477.52-22 Стайкин Верх)

DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.23.2-1>

### Морфологія черепів похованих у с. Залуцьке (ур. Стайкин Верх) Сумської обл. (XVIII–XIX ст.)

Юрій Долженко<sup>1,2</sup>, Геннадій Жаров<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя;

<sup>2</sup>Інститут археології Національної академії наук України

<sup>3</sup>Дочірнє підприємство «Старожитності Полісся» Державного підприємства «Охоронна археологічна служба України» Національної академії наук України

Адреса для листування: yuriy\_dolzhenko@ukr.net; lae-oasu1972@ukr.net

Отримано: 12.09.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Статтю присвячено публікації краніологічної серії з цвинтаря біля села Залуцьке (ур. Стайкин Верх) Роменського району. Вводяться в науковий обіг нові краніологічні дані, індивідуальна та загальна характеристика мешканців цього села на тлі суміжних етнічних груп України та Східної Європи, визначаються відстані між окремими серіями XIV–XIX ст. за допомогою багатовимірного канонічного й кластерного аналізу і з'ясування місця селян у системі краніологічних типів Східної Європи та фено-географічних антропологічних зон України. При порівнянні досліджуваної чоловічої групи XVIII–XIX ст. з синхронними серіями й вибірками XVI–XIX ст. зі Східної, Центральної та Західної Європи методом багатовимірного канонічного й кластерного аналізу відзначено її часткову подібність до закарпатської міської групи з Ужгорода.

**Ключові слова:** антропологія, українці, село, краніометрія, морфологія, Homo sapiens, Стайкин Верх, Чернігово-Сіверщина, біологічний розвиток, ейдномія.

### Morphology of the Skulls from the Burials in the Village of Zalutske (tract Staikyn Verkh), Sumy Region (the 18<sup>th</sup> – 19<sup>th</sup> Centuries)

Yurii Dolzhenko<sup>1,2</sup>, Gennadiy Zharov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nizhyn Gogol State University

<sup>2</sup>Institute of Archaeology of National Academy of Sciences of Ukraine

<sup>3</sup>Subsidiary «Antiquities of Polissia» of the State Enterprise «Preservation Archaeological Service of Ukraine» of the National Academy of Sciences of Ukraine

Correspondence: yuriy\_dolzhenko@ukr.net; lae-oasu1972@ukr.net

**Abstract.** The focus of this article is on the publication of craniological findings from a cemetery located near Zalutske village (tract Staikyn Verkh), Romny district.

Materials and methods: Anthropological materials dating from the 18–19<sup>th</sup> cent. primarily consist of well-preserved human skulls. The collection comprises 8 items, including 5 male and 3 female skulls. Measurements were conducted following a comprehensive craniometric program based on R. Martin's standard technique, with numbered features indicated accordingly. Software for multidimensional analysis was developed by B. and A. Kozintsev in 1991.

The primary objective of this research is to present new craniological data to the scientific community, providing a general description of local inhabitants in comparison to neighboring ethnic groups in Ukraine and Eastern Europe. The study aims to determine the distance

between individual series from the 14–19<sup>th</sup> cent. through multidimensional canonical and cluster analysis, seeking to position local peasants within the system of craniological types in Eastern Europe and the pheno-geographic anthropological zones of Ukraine.

Novelty in research lies in the submission of craniometric measurements and characteristics from skulls of the 18–19<sup>th</sup> cent. in a craniological series from Zalutske village, a first-time occurrence.

Results show the creation of a male series from Zalutske village of the 18–19<sup>th</sup> cent., consisting of 5 skulls. The group is characterized as moderately brachycranial based on the average craniometric values.

Upon comparing the studied male group from the 18–19<sup>th</sup> cent. with synchronous series and samples from the 16th to 19th centuries in Eastern, Central, and Western Europe using multidimensional canonical and cluster analysis, partial similarity to the Transcarpathian urban group of Uzhhorod was observed.

**Key words:** craniology; Eastern Polissya; Chernihiv-Siverian region of the 17<sup>th</sup> – 19<sup>th</sup> cent.; human skull; anthropology; craniometry.

## ВСТУП

Як зазначала Р. Я. Денісова [1, с. 5–6], «антропологічний матеріал загалом є надійним історичним джерелом е дослідженні етногенезу та етнічної історії народів. Він дає змогу виявити характерні морфологічні особливості окремих племен або етнічних одиниць і на цьому ґрунті виявити їх генетичну близькість, територію розселення та зв'язок з етносом. Це, своєю чергою, дає можливість виявити питому вагу ти чи інших етнічних груп у загальному етногенетичному процесі. Зіставлення краніологічного матеріалу різних хронологічних періодів з однієї території, залучення порівняльних даних із суміжних регіонів та виявлення особливостей співвідношення антропологічних типів і археологічних культур дають підстави судити про динаміку етнічних процесів – пересування, асиміляції та спадкоємності груп населення в межах

формування етнічної спільноти. Порівняльний аналіз різночасового краніологічного матеріалу з великих територій дає змогу простежити генезу окремих племен і народів та історію їх формування» [1, с. 5–6].

Протягом польового сезону 2016 р. Лівобережна комплексна археологічна експедиція ДП НДЦ «ОАСУ» Інституту археології НАНУ під керівництвом Г. В. Жарова вела охоронні дослідження на території Полтавської, Сумської та Чернігівської обл. У Роменському р-ні Сумської області досліджено периферійну частину поселення Стайкин Верх 3 в зоні розробки глиняного кар'єру, що належить ЗАТ «Слобожанська Будівельна Кераміка». На розкопі площею 3000 м<sup>2</sup> виявлено господарські ями доби бронзи – ранньої залізної доби, сліди огорожі хутора XVIII–XIX ст. [2, с. 237–238], та досліджено частину сільського цвинтаря (рис. 1). Поряд – с. Залуцьке, Роменського району.



**Рис. 1.** Розкопки частини сільського цвинтаря XVIII–XIX ст. на території Роменського р-ну біля с. Залуцьке (Стайкин Верх) Сумської обл.

Мета роботи – ввести в науковий обіг нові краніологічні дані, дати загальну характеристику

сільських мешканців з пос. Стайкин Верх 3 XVIII–XIX ст.

**Матеріал.** Досліджено 8 черепів (5 чоловічих та 3 жіночих) XVIII–XIX ст., які добула Лівобережна експедиція ДП «ОАСУ» у 2016 р. на пос. Стайкин

Верх 3 (с. Залуцьке) на території Роменського району Сумської обл. (табл. 1).

Таблиця 1

**Перелік та збереженість краніологічного матеріалу із пос. Стайкин Верх 3 (с. Залуцьке) за 2016 р.**

№ п/п	Серія та місце знаходження	№ поховання	Датування, ст.	Стать	Збереженість кісток (1–4 бали)	Репрезентативність	Морфологічний вік
2016 рік. Стайкин Верх							
1.	Стайкин Верх 3	1	XVIII–XIX	♀ (жінка)	++++	Череп та повний посткраніальний скелет	40–50
2.	Стайкин Верх 3	6	XVIII–XIX	♂ (чоловік)	++++	Череп та повний посткраніальний скелет	45–55
3.	Стайкин Верх 3	8	XVIII–XIX	♀ (жінка)	++++	Череп та повний посткраніальний скелет	30–40
4.	Стайкин Верх 3	10	XVIII–XIX	♂ (чоловік)	++	Череп та повний посткраніальний скелет	25–35
5.	Стайкин Верх 3	11	XVIII–XIX	♂ (чоловік)	++++	Череп і повний посткраніальний скелет	45–55
6.	Стайкин Верх 3	12	XVIII–XIX	Inf-1	++	Череп та повний посткраніальний скелет	4–6
7.	Стайкин Верх 3	13	XVIII–XIX	♂ (чоловік)	++++	Череп та повний посткраніальний скелет	55–65
8.	Стайкин Верх 3	18	XVIII–XIX	♀ (жінка)	+	Череп та повний посткраніальний скелет	20–30
9.	Стайкин Верх 3	27	XVIII–XIX	Inf-2	+++	Череп та повний посткраніальний скелет	6–13
10.	Стайкин Верх 3	17	XVIII–XIX	♂ (чоловік)	++	Череп та повний посткраніальний скелет	25–35

Умовні позначення: Inf-1 – дитина до 6 років; Inf-2 – дитина 6–13 років

**Методика.** Для оцінки вимірювальних ознак використовувались таблиці з межами середніх величин ознак, які склав Г. Ф. Дебец [3]. Стать похованих визначалася за особливостями будови черепа й кісток посткраніального скелета, зокрема таза. Комплексно за ознаками на черепі, черепних швах, зубах встановлювався вік [13].

Антропологічний матеріал вимірювався безпосередньо в місті Києві у лабораторії Інституту археології НАН України. Черепи вимірювалися за

стандартною (широкою) краніологічною методикою. За Р. Мартіном [4] вказувалася нумерація ознак, а назомаллярний та зигомасиллярний кути горизонтального профілювання обличчя вираховувалися за допомогою номограм [3, рис. 14, с. 55, 47, рис. 14]. Краніометрична точка лямбда визначалася за методом Л. Бакстона й Г. Моранта [5]. В основу краніологічної характеристики добірки покладено середні арифметичні розмірів та індексів черепів, подані в табл. 2.

Таблиця 2

**Середні розміри та індекси чоловічих черепів серії з ур. Стайкин Верх (с. Залуцьке), кінець XVIII–XIX ст.**

№ за Мартіном	Ознаки	♂ (чоловіки)						
		M	n	σ	m(M)	ms	min.	max.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
1	Поздовжній діаметр	179,0	4	8,4	4,20	2,97	170,0	190,0
8	Поперечний діаметр	147,2	4	7,1	3,54	2,50	137,0	152,0

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	Висотний діаметр	138,4	4	5,3	2,63	1,86	132,0	144,0
5	Довжина основи черепа	102,7	4	2,3	1,17	0,82	99,5	104,9
9	Найменша ширина лоба	96,2	5	3,9	1,76	1,24	92,2	102,6
10	Найбільша ширина лоба	125,1	4	3,7	1,83	1,29	120,2	129,0
12	Ширина потилиці	112,0	4	1,2	0,61	0,43	111,0	113,2
45	Виличний діаметр	135,5	4	4,0	2,01	1,42	130,6	139,3
40	Довжина основи обличчя	98,0	4	1,8	0,88	0,62	96,5	100,0
48	Верхня висота обличчя	67,4	5	3,1	1,40	0,99	64,5	71,5
47	Повна висота обличчя	120,3	3	5,1	2,94	2,08	114,4	123,6
43	Верхня ширина обличчя	103,8	5	2,6	1,18	0,83	100,5	107,6
46	Середня ширина обличчя	95,6	5	6,3	2,83	2,00	89,0	105,5
55	Висота носа	51,4	5	1,7	0,78	0,55	49,7	54,3
54	Ширина носа	23,2	5	1,3	0,59	0,42	21,7	25,0
51	Ширина орбіти	43,2	5	1,1	0,49	0,35	42,0	44,3
52	Висота орбіти	33,5	5	1,0	0,46	0,33	32,0	34,8
20	Вушна висота	118,4	4	3,5	1,76	1,24	113,2	121,1
SC (57)	Симотична ширина	9,9	5	2,1	0,96	0,68	7,0	12,7
SS	Симотична висота	5,0	5	1,5	0,68	0,48	3,6	6,0
MC (50)	Максифронтальна ширина	17,1	5	2,2	0,99	0,70	14,0	19,2
MS	Максифронтальна висота	7,3	5	0,7	0,31	0,22	6,5	8,0
DC (49a)	Дакріальна ширина	22,7	5	2,3	1,05	0,74	20,0	25,2
DS	Дакріальна висота	14,9	5	1,5	0,68	0,48	13,2	17,0
FC	Глибина іклової ямки	-4,2	5	1,5	0,66	0,47	-2,0	-6,0
32	Кут профілю лоба від nas.	91,3°	3	2,9	1,67	1,18	88,0°	93,0°
GM/FN	Кут профілю чола від gl	80,0°	3	2,0	1,15	0,82	78,0°	82,0°
72	Кут загальнолицьовий	86,3°	3	3,1	1,76	1,25	83,0°	89,0°
73.	Кут середньої частини обличчя	88,7°	3	4,5	2,60	1,84	84,0°	93,0°
74.	Кут альвеолярної частини обличчя	71,3°	3	7,2	4,18	2,95	63,0°	76,0°
75(1).	Кут випинання носа	28,0°	4	2,9	1,47	1,04	25,0°	31,0°
77.	Назомаллярний кут	136,1°	5	1,7	0,76	0,54	135,0°	139,0°
∠ Zm.	Зигмаксиллярний кут	125,8°	5	5,3	2,36	1,67	119,0°	133,2°
	Надперенісся	2,7	5	0,7	0,35	0,25	1,6	3,0
	Надбрівні дуги	1,9	5	0,2	0,10	0,07	1,6	2,0
	Зовнішній потиличний горб	1,8	5	1,0	0,48	0,34	1,0	3,0
	Соскоподібний відросток	2,0	5	0,8	0,41	0,29	1,0	3,0
	Передньо-носова ость	3,8	5	1,3	0,63	0,44	2,0	5,0
23a	Горизонтальна окружність через офріон	524,5	4	8,7	4,35	3,08	513,0	533,0
<b>Індекси:</b>								
8:1	Черепний	82,5	4	7,6	3,78	2,67	72,1	89,4
17:1	Висотно-поздовжній	77,4	4	3,3	1,64	1,16	74,2	81,8
17:8	Висотно-поперечний	94,2	4	6,7	3,34	2,36	86,8	102,9
9:8	Лобно-поперечний	65,9	4	4,8	2,41	1,71	60,7	70,4
20:1	Висотно-поздовжній	66,2	4	2,4	1,20	0,85	63,0	68,8
20:8	Висотно-поперечний	80,6	4	5,3	2,65	1,87	74,5	87,4
10:8	Коронарно-поперечний	85,2	4	2,8	1,39	0,98	82,6	87,7
9:10	Широтний лобний	78,6	5	4,1	1,85	1,31	73,2	80,3
45:8	Поперечний фаціо-церебральний	92,2	4	3,4	1,68	1,19	88,0	95,3
48:17	Вертикальний фаціо-церебральний	49,2	4	2,4	1,22	0,86	45,8	51,2
9:45	Лобно-виличний	71,4	4	3,3	1,76	1,18	66,7	73,9
10:45	Коронарно-виличний	92,4	4	1,1	0,55	0,39	91,2	93,8
40:5	Випинання обличчя	95,4	4	2,1	1,06	0,75	93,0	97,4
47:45	Загальний лицьовий	89,4	3	4,7	2,70	1,91	85,5	94,6
48:45	Верхній лицьовий	50,2	4	3,3	1,67	1,18	46,7	54,7
54:55	Носовий	45,1	5	1,5	0,67	0,48	42,8	46,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
DS:DC	Дакріальний	66,1	5	9,3	4,16	2,94	52,4	76,6
SS:SC	Симотичний	51,4	5	13,2	5,90	4,17	31,5	68,2
MS:MC	Максилофронтальний	42,5	5	3,1	1,56	1,10	40,6	47,1
52:51	Орбітний	77,5	5	1,7	0,74	0,52	76,2	79,8
63:62	Піднебінний	77,1	5	5,4	2,42	1,71	70,2	82,3
61:60	Щелепно-альвеолярний	116,3	4	4,8	2,40	1,69	109,9	121,3

М – середня арифметична величина; n – кількість випадків;  $\sigma$  – середні квадратичні відхилення; m (M) – похибка середньої арифметичної величини; ms – похибка середнього квадратичного відхилення.

Для оцінки вимірювальних ознак використовувалися таблиці з межами середніх величин ознак, які склав Г. Ф. Дебец [3]. Стать похованих визначалася за особливостями будови черепа й кісток посткраніального скелета, зокрема тазового відділу [6; 7; 8; 9; 10]. Комплексно за ознаками на черепі, черепних швах, зубах встановлювався вік [11; 12].

При інтерпретації даних використано комп'ютерні програми, котрі створили Б. О. та О. Г. Козінцеви 1993 р., а також А. В. Громов 1996 р., подаровані автору статті. Розвиток потиличного відростка (*sguata ossis occipitalis*) визначався за М. М. Герасимовим [13, с. 582].

У таблицях лінійні розміри вказано в міліметрах (мм), кути – в градусах (°).

**Краніологія.** Чоловіча серія з пос. Стайкин Верх 3 на сьогодні складається з п'яти черепів. Вона нерепрезентативна, але слід дати їй характеристику. Розвиток м'язового рельєфу чоловічих черепів помірний. Надперенісся і надбрівні дуги розвинуті добре (2,7 бала). Соскоподібні відростки розвинуті помірно (2,0 бала). В цілому чоловічі черепи мають брахікранну черепну коробку (82,5), яка характеризується помірною довжиною, великою висотою та шириною. В серії один доліхокранний череп (поховання 11, Рис. 2) та три брахікранні черепи. Череп із поховання 17 фрагментований, тому черепний індекс встановити неможливо. Мезокранних черепів не виявлено. Вушна висота велика. Горизонтальна окружність черепів через краніометричну точку офріон за абсолютними розмірами велика.

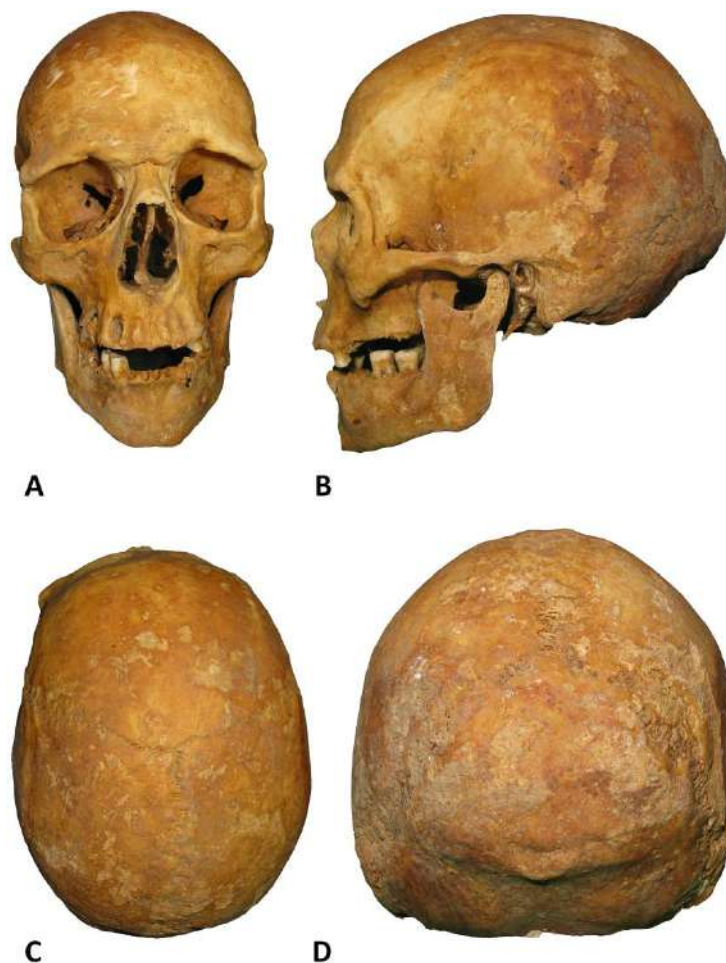


Рис. 2. Поховання 11. Чоловік 45–55 років, розкопки 2016. А) *Norma facialis*; б) *norma lateralis*; в) *norma verticalis*; д) *norma occipitalis*.

Ширина обличчя в чоловічій серії з пос. Стайкин Верх 3 помірна, виличний діаметр, виміряний у чотирьох черепів, становить 135,5 мм. Величина назомалярного кута мала, тобто обличчя різко профільоване на рівні орбіт. Зигмаксиллярний кут загалом також вкладається в малі розміри. Верхня висота обличчя малих розмірів (67,4 мм), на межі з помірними показниками. За верхнім лицьовим індексом (50,2) обличчя помірно широке (мезен). На межі з широкими категоріями розмірів. Загальний кут лицьового профілю серії становить 86,3°, що свідчить про ортогнатне обличчя.

Орбіти великої ширини й помірної висоти (Табл. 2). За показником (77,5), відносна висота орбіт потрапляє до категорії середньої висоти (мезоконхія).

Носовий отвір характеризується помірною висотою та малою шириною, за індексом (45,1) вузький (лепторинія). Перенісся високе за симотичним індексом. За європейським масштабом, чоловіча серія характеризується помірним випинанням носових кісток щодо лінії вертикального профілю обличчя (на межі з великими категоріями розмірів), але слід врахувати дуже малу кількість опрацьованого матеріалу.

**Жіноча серія** з пос. Стайкин Верх 3 на сьогодні складається з трьох черепів, але позаяк на черепі жінки 20–30 років із поховання 18 зберігся тільки один важливий краніологічний вимір – поперечний діаметр черепної коробки, який дорівнює 140,0 мм. Про повну серію не йдеться. Тому слід дати краніологічну характеристику кожному з жіночих черепів окремо.

**Поховання 1 із розкопу 19.** Череп жінки 40–50 років характеризується слабо розвинутим надпереніссям, соскоподібними виростками та зовнішнім потиличним горбом. Поздовжній діаметр черепної коробки помірних розмірів, поперечний великий. За черепним індексом (81,4) він брахікранний. Висотний діаметр черепної коробки помірний. Відношення висоти черепа до поздовжнього діаметра (75,0), вказує на високу черепну коробку (гіпсікранія), відношення висоти до поперечного діаметру черепної коробки (92,1) – на помірно високий череп (метріокранія). Вушна висота за абсолютними розмірами велика (112,5), на межі з помірними даними. Довжина основи черепа помірна. Лобна хорда відноситься до помірного класу за світовими стандартами [3, табл. 10, с. 121]. Потилиця дуже вузька (107,6 мм), випнута слабо.

Обличчя за абсолютними розмірами помірно широке (124,4 мм) і малої висоти (62,2 мм), за верхньолицьовим показником (50,4) також помірно широке (мезен). Обличчя сильно профільоване на верхньому рівні 133,9° й добре – на середньому (130,6°).

Орбіти помірно широкі й вузькі, індекс (77,4) вказує на їх помірну висоту загалом (мезоконхія). Ніс помірної висоти й малої ширини. Відносна ширина носа (47,8) вказує на те, що він помірно широкий (мезоринія). Нижній край грушоподібного отвору має гостру форму (*anthrop*). Симотичний

індекс великий (48,9), отже, перенісся високе. Дакріальний показник дуже великий, отже, за ним перенісся теж високе. Кут випинання носа до рівня профілю обличчя дуже великий (33,0°). Носовий шип розвинутий слабо (3 бали). Глибина іклової ямки мала. Однак, за висновками І. С. Гусевої, глибина іклової ямки при оцінці її вимірювання не може слугувати ознакою, яка виявляє характерні особливості великих рас [14, с. 62].

**Дискретно-варіативні ознаки на жіночому черепі 45–55 років із поховання 1. Етнічна краніоскопія.** Надорбітний отвір є праворуч, але відсутній ліворуч. З чотирьох боків обличчя відзначений клиноподібний верхньощелепний шов в орбіті й за виличною кісткою. Цей шов з'являється, якщо щелепна кістка не бере участі в утворенні переднього кінця нижньої очної щілини. Задньовиличного шва з обох боків немає. Обабіч орбіти зафіксовано підорбітний візерунок типу II. В нижній частині лямбдоподібного шва (*suturae lamdoideae* –  $L_3$ ) відсутні вормієві кісточки з обох боків. У потилично-соскоподібному шві (*suturae occipitomastoideae*) кісточок немає, але виявлено вставну кістку в районі краніологічної точки астеріон (*os asterii*) праворуч. Піднебінний поперечний шов ліворуч зафіксовано як варіант (II а), а з праворуч – (III а).

**Краніофенетика.** З 34 ознак на чоловічому черепі з поховання 2 було зафіксовано 11 фенів. Подаємо їх перелік в анатомічному порядку:

– *norma facialis*: Під орбітою з обох боків є по одному отвору *Foramina infraorbitale accessorium* – норма.

– *norma lateralis*: на правій вилиці зафіксовано пряму форму – *Spina processus frontalis ossis zygomatici*, на лівій – виступ. З обох боків є поодинокі малі кісточки лускоподібного скроневого шва (*suturae sguamosae*).

– *norma occipitalis*: з обох боків на соскоподібній кістці є малі отвори (*foramen mastoideum*), також зафіксовано отвори вздовж по шву з обох сторін.

– *norma basilaris*: з обох боків є задньовиростковий отвір (*canalis condylaris*). Праворуч зафіксовано незамкнутий малий остистий отвір (*foramen spinosum apertum*). Ліворуч є повний малий крилоостистий отвір (*foramen pterygo-alare*). Форма поперечного піднебінного шва (*sutura palatina transversa*) – ламана. *Torus palatinus* відсутній.

**Міжгруповий аналіз.** Простежимо зв'язки чоловічої групи Стайкин Верх з 89 серіями з території Європи (Табл. 3). За даними краніометрії, методом канонічного [14, с. 62; 15, с. 212–230] та кластерного аналізу [15, с. 230–276], до якого залучалися групи з м. Ужгород [16, с. 69–82; 17, с. 228–264], с. Підборці з Дубенського р-ну [18, с. 6–9; 19, с. 43–66]; с. Клевань [20, с. 21–25]; Лютецьких XVII–XVIII ст. [21, с. 487–507]; Київського Подолу (збірна серія) XVI–XVIII ст. [22, с. 249–254; 23, с. 3–17]; Луцька (збірна серія) XVII–XX ст. [24, с. 368–386]; київського Арсеналу [25, с. 11–17; 26, с. 118–134]; Рівного кінця XVI – початку XVIII ст. (Табл. 4) [27, с. 7–16]; Ратнева XIV–XV ст. [28, с. 11–22]; Жовнино XVI–XVIII ст. [29, р. 119–132; 30, с. 43–50]; Батурина

XVII–XVIII ст. [31, с. 40–56]; Чигирин XVI–XVII ст. [32, с. 170–171]; київського Михайлівського монастиря XV–XVIII ст. [32, с. 179–180]; Вишгорода XVII ст. [32, с. 185]; Меджибожа XIV–XVI ст. [32, с. 129–130]; Вінниці [33, с. 24–52]; Стайок [34, с. 169–181; 35, с. 166–171], українців, що поховані в Грузії [36, табл. 19, с. 150–151]; м. Одеси [37, с. 315].

Білоруси представлені двома серіями: збірна група [37, д. Лукомль (центр Вітебської обл.), д. Пруси (центр Мінської обл.) [38, Табл. 6.1.1, с. 189–266] та вібрка з Полісся XVIII–XIX ст. [39, с. 27–28].

Росіяни – з Орловської губ., Себежа, Старої Ладого-1 [37, с. 311–336]; Старої Ладого-2 [40, с. 390–399]; Ярославля XVII ст., Дмитрова XII–XVI ст. [41, с. 205–206]; Пскова XIV–XVI ст. [42, с. 14–15]; Козіна XVIII ст. [43, с. 433–440]; Новгорода XVI–XVIII ст. [44, с. 176–192]; Поріц (Порицы, Ижоры, РФ) [45, с. 408–421], Алозера XVII – початку XIX ст. [46, с. 104–108; 47, с. 141–152]; Прикам'я XVI–XVIII ст. [48, с. 85–101].

Балти – 16 серій. Латиші представлені трьома серіями XVII–XVIII ст., які дослідила Р. Я. Денисова, – Леймані (*Leimaņi*) XVII–XVIII ст. [1, с. 241–243], Пургайлі (*Purgaiļi*) XVIII ст. [1, с. 255–258], Мартиньсала XIV–XVII ст. [1, с. 223–228]; трьома групами XVIII–XIX ст., котрі опрацював В. П. Алексеев: латиші-1 (Дурбе), латиші-2 (західні) і латиші-3 з Лудзи [37, с. 226–231] та однією XIX ст. за Г. В. Зариня – Орманькалнс [49, с. 117], литовці з м. Каунас (*Kaunas*). Однак, за припущенням дослідника литовської групи В. П. Алексеева [37, с. 234–235],

литовці не становили більшості серед мешканців м. Каунаса XVIII–XIX, де було багато поляків і євреїв [37, с. 41]. П'ять серій естонців: Отепя (*Otepää*) XIV–XVI ст. [50, с. 221–223]; Кабіна (*Kabina küla*) XVII ст. [50, с. 221–223]; Кохтла-Ярве (*Kohtla-Järve*) XVII–XVIII ст. [50, с. 221–223]; Арду [51, с. 71–79]; Варбола (*Warbole*) XIV–XVII ст. [50, с. 191–192; 221–223] та фіни (*suomalaiset*).

Молдавани представлені двома групами: Варатік (*Văratîc*) Ришканського р-ну (XVIII–XIX ст.), Старий Орхей (*Orcheul Vecchi*) [51, Табл. 8, с. 144–145].

Окрім того, залучалися такі п'ять груп з Німеччини – Кенігсберг (*Königsberg*) XVII–XIX ст. [52, с. 872]; Целендорф (*Zellerndorf*); Пфейфер (*Pfeifer*); Вюртемберг (*Württemberg*) та Тюбінген (*Tubingen*) [53, с. 90–104]. Залучалися також такі народності з Кавказу: аджарці [36, с. 140], грузини, інгуші, адиги, лакці, хевсури, чеченці, адигейці, абхази, осетини [54, с. 233–355].

Отже, разом з досліджуваною групою, до багатовимірного канонічного аналізу [15, с. 212–230] залучено 89 чоловічих серій (Табл. 3).

Використано 13 краніологічних ознак та один індекс, які мають найбільшу таксономічну цінність: три основні діаметри черепної коробки, найменша ширина лоба, вилична ширина, верхня висота обличчя, висота і ширина носа, висота і ширина орбіти, кути горизонтального профілювання, симотичний індекс та кут випинання носа.

Таблиця 3

Дистанція між чоловічими 90 серіями XIV–XIX ст.

№ п/п	Групи	I КВ	II КВ	III КВ
1	2	3	4	5
1.	Залуцьке (Стайкин Верх) (Чернігово-Сіверщина)	1,425	-0,990	1,101
2.	Ужгород	1,582	-0,990	0,226
3.	Вінниця (Сх. Поділля)	0,728	-0,892	0,132
4.	Арсенал (Київ) (Середня Наддніпрянщина)	0,251	-0,296	-0,347
5.	Поділ у Києві (Середня Наддніпрянщина)	0,429	-0,506	0,464
6.	с. Ратнів (Волинь)	1,004	-1,192	0,407
7.	Рівне (Волинь)	0,706	-1,184	0,301
8.	Батурин (Чернігово-Сіверщина)	0,677	-0,560	0,530
9.	Клевань (Волинь)	1,825	0,649	0,101
10.	с. Підборці (Волинь)	0,750	-1,291	0,442
11.	Жовнино (Середня Наддніпрянщина)	0,666	-1,559	0,030
12.	Луцьк (Волинь)	1,033	-0,306	0,019
13.	Білгород (Слобжанщина)	0,358	-0,496	0,081
14.	Суми (Слобжанщина)	0,216	-0,475	0,349
15.	с. Лютецька	-0,383	-0,132	0,335
16.	Степова Наддніпрянщина (збірна)	-0,390	-0,211	0,339
17.	Михайлівський монастир у Києві	0,567	0,036	0,741
18.	Меджибіж (Межибож), Зх. Поділля	0,621	-0,442	0,110
19.	Чигирин (Середня Наддніпрянщина)	0,014	0,076	0,328
20.	Вишгород (Середня Наддніпрянщина)	-0,082	-0,343	0,117
21.	с. Стайки (Середня Наддніпрянщина)	-1,308	-0,647	-0,032
22.	Каламіта (Крим)	0,640	-0,179	0,310
23.	Тверська губ. РФ	0,445	0,548	-0,275
24.	с. Лукомль (центр Вітебської обл.)	-0,504	-0,218	-0,687



Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
25.	Білоруси (Полісся)	0,187	-1,752	-0,726
26.	с. Пруси (центр Мінської обл.)	-0,410	-1,173	-0,750
27.	Білоруси (збірні) за Алексєєвим В. П.	-0,242	0,360	0,552
28.	Курська губ. (Слобожанщина)	-0,454	-0,166	-0,188
29.	Орловська губ.	-0,389	-0,219	-0,103
30.	Одеса, за Алексєєвим В.П.	0,270	0,328	0,462
31.	Сланцевський район РФ	-0,374	0,225	0,851
32.	Ярославль РФ	-0,526	-1,112	0,661
33.	Стара Ладога-1 РФ	-0,100	-0,464	-0,222
34.	Стара Ладога-2 РФ	-0,389	0,298	-0,038
35.	Себеж РФ	-0,039	-0,313	-0,417
36.	Варатік ( <i>Varatik, Moldova</i> )	0,225	-0,360	-0,170
37.	с. Козіно РФ	-0,300	-1,031	-0,748
38.	Псков РФ	-0,683	-0,562	-0,300
39.	Новгород-1 РФ	-0,615	-0,555	-0,488
40.	Новгород-2 РФ	-0,245	0,199	-1,001
41.	Поріци (Порицы), Ижоры, РФ	-0,731	-1,183	1,227
42.	Кенігсберг ( <i>Königsberg</i> )	-0,638	0,862	-1,509
43.	Целендорф ( <i>Zellerndorf</i> )	0,127	0,057	-1,470
44.	Пфейфер ( <i>Pfeifer</i> )	-0,332	0,335	-1,053
45.	Вюртемберг ( <i>Wuttemberg</i> )	-0,048	0,331	-1,611
46.	Тюбінген ( <i>Tubingen</i> )	-0,198	0,429	-1,424
47.	Тервете ( <i>Tērvete</i> ) латиші	-0,435	1,270	1,040
48.	Леймані ( <i>Leimaņi</i> ) латиші	-0,718	0,672	0,978
49.	Пургайлі ( <i>Purgaiļi</i> ), центральна частина Відземе , <i>Vidzeme</i> , латиші	-0,505	0,013	1,273
50.	Поселення Мартиньсала (Гольм, <i>castrum Holme</i> ) латиші	-0,854	0,511	0,581
51.	с. Кабіна ( <i>Kabina küla</i> ), естонці	-1,090	-0,403	0,089
52.	м. Отепя ( <i>Otepää</i> ), естонці	-1,545	-0,244	-0,491
53.	Варбола ( <i>Castrum Warbole</i> )	-1,371	0,436	0,310
54.	Кохла-Ярве ( <i>Kohtla-Järve</i> ) естонці	-1,040	-0,637	0,074
55.	Арду ( <i>Ardu</i> ), естонці	-1,560	0,121	0,597
56.	Естонці ( <i>estlased</i> )	-0,819	0,763	0,302
57.	Фіни ( <i>suomalaiset</i> )	-0,605	0,338	0,119
58.	Латиші-1 (Дурбе, <i>Durbe</i> )	-0,430	0,831	0,011
59.	Латиші-2 (західні)	-0,368	0,926	0,041
60.	Латиші-3 (східні латиші з Лудзи ( <i>Ludza</i> ))	-0,656	0,226	0,028
61.	Литовці ( <i>lietuviai</i> )	0,702	-0,084	-1,019
62.	Ийуга	-1,146	-0,557	0,122
63.	Орманькалнс ( <i>Ormankalns</i> )	-1,014	0,116	-0,612
64.	Могильник Алозеро на северном берегу оз. Юляярви, карели	-0,483	0,209	1,313
65.	Прикам'я	-0,470	-0,076	0,540
66.	Вологда	-1,072	0,235	0,000
67.	Переяславль-Заліський 1 (Переяславль-Залесский). РФ	-0,535	-0,573	-0,239
68.	Переяславль-Заліський 2. РФ	-0,935	-0,212	-0,548
69.	Костромська губ. РФ	0,592	1,061	-0,031
70.	Ярославська губ. РФ	0,262	0,862	-0,040
71.	Калужька губ. РФ	-0,257	0,598	-0,071
72.	Дмитрів (Дмитров)	-1,630	0,320	0,564
73.	Старий Орхей ( <i>Orheiul Vechi, Moldova</i> )	0,044	0,417	-0,122
74.	Українці поховані в Грузії	0,404	0,305	0,510
75.	Адигейці (Кавказ)	-0,572	0,176	0,577
76.	Шапсуги (Кавказ)	-0,065	0,513	0,610
77.	Абхази (Кавказ)	1,304	-0,012	0,070
78.	Осетини дигорці (Кавказ)	-0,289	0,646	-0,475

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5
79.	Осетини іронці (Кавказ)	-0,269	0,579	-0,582
80.	Осетини туалці (Кавказ)	0,394	0,406	0,216
81.	Інгуші (Кавказ)	0,249	0,374	-0,582
82.	Чеченці (Кавказ)	1,249	-0,243	-0,385
83.	Аварці (Кавказ)	1,581	0,482	0,001
84.	Лакці (Кавказ)	0,149	0,498	-0,537
85.	Хевсури (Кавказ)	0,760	0,874	0,577
86.	Грузини-мтіули (Кавказ)	1,360	0,571	0,394
87.	Грузини-карталінці (Кавказ)	1,998	0,334	-0,638
88.	Аджарці (Кавказ)	0,930	1,381	0,342
89.	Вірмени (Кавказ)	1,385	0,504	-0,525
90.	Аджарці (Кавказ) за М. Г. Абдушелішвілі	0,819	1,196	0,281

Таблиця 4

Середні розміри та індекси чоловічих черепів з поховань у собора Св. Антонія у м. Рівному (кінець XVI – початок XVIII ст.).

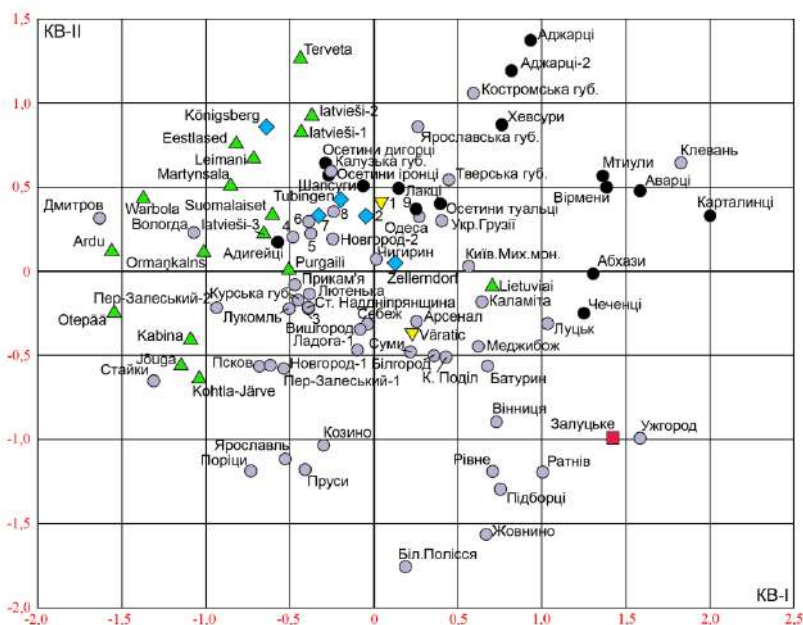
№ за Мар- тіном	Ознаки	♂ (чоловіки)						
		M	n	$\sigma$	m(M)	ms	min.	max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Поздовжній діаметр	182,3	11	8,4*	2,53	1,79	170,0	202,0
8	Поперечний діаметр	145,6	12	10,1*	2,92	2,07	123,0	162,0
17	Висотний діаметр	135,1	9	6,9*	2,29	1,62	119,0	144,0
5	Довжина основи черепа	102,3	9	4,9*	1,63	1,15	91,0	107,0
9	Найменша ширина лоба	100,1	12	4,3	1,25	0,88	92,4	105,3
10	Найбільша ширина лоба	123,2	12	4,5	1,29	0,91	118,0	132,0
45	Виличний діаметр	137,4	12	6,3*	1,81	1,28	127,0	147,0
40	Довжина основи обличчя	97,5	8	4,2**	1,49	1,06	91,5	103,6
48	Верхня висота обличчя	69,0	10	4,3	1,36	0,96	61,1	73,5
47	Повна висота обличчя	120,3	3	4,4**	2,52	1,78	115,3	122,9
43	Верхня ширина обличчя	107,7	9	3,4**	1,14	0,81	104,7	114,4
46	Середня ширина обличчя	98,7	9	6,0*	2,01	1,42	93,0	111,0
55	Висота носа	53,1	10	2,5**	0,80	0,57	49,1	56,8
54	Ширина носа	25,2	10	1,6**	0,52	0,37	22,3	27,2
51	Ширина орбіти	42,9	11	2,0*	0,60	0,42	40,6	47,1
52	Висота орбіти	32,6	11	2,8*	0,86	0,61	29,7	39,7
20	Вушна висота	116,0	8	5,0*	1,75	1,24	109,2	123,6
SC (57)	Симотична ширина	9,8	10	2,2*	0,70	0,50	6,0	13,0
SS	Симотична висота	4,3	9	1,0	0,33	0,23	3,0	6,0
MC (50)	Максилофронтальна ширина	21,1	10	1,4	0,44	0,31	18,0	23,0
MS	Максилофронтальна висота	8,1	9	1,6	0,53	0,38	5,0	10,0
DC (49a)	Дакріальна ширина	25,9	10	1,9**	0,59	0,42	22,0	28,0
DS	Дакріальна висота	13,6	9	1,3**	0,42	0,30	12,0	15,0
FC	Глибина іклової ямки	-4,4	7	1,8*	0,69	0,84	-1,0	-6,0
32	Кут профілю лоба від nas.	85,1°	7	4,7*	1,79	1,27	78,0°	93,0°
GM/FN	Кут профілю чола від gl	75,9°	7	6,5*	2,45	1,73	66,0°	86,0°
72	Кут загальнолицьовий	87,1°	7	4,6*	1,72	1,22	80,0°	94,0°
73.	Кут середньої частини обличчя	87,7°	7	5,1*	1,91	1,35	80,0°	96,0°
74.	Кут альвеолярної частини обличчя	81,1°	7	7,3*	2,76	1,95	72,0°	93,0°
75(1).	Кут випинання носа	25,6°	8	4,6	1,63	1,15	17,0°	32,0°
77.	Назомаллярний кут	133,8°	10	4,8*	1,52	1,08	128,0°	142,3°
∠ Zm'.	Зигмаксилярний кут	128,9°	9	4,4**	1,47	1,04	123,5°	136,5°
	Надперенісся	2,5	12	0,9	0,27	0,19	1,3	5,0
	Надбрівні дуги	1,9	12	0,4	0,13	0,09	1,3	3,0
	Зовнішній потиличний бугор	1,1	11	0,6	0,17	0,12	1,0	2,0
	Соскоподібний відросток	2,5	12	0,7	0,19	0,14	1,0	3,0

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Передньо-носова ость	3,5	10	0,8	0,27	0,19	3,0	5,0
23а	Горизонтальна окружність через офріон	523,6	10	17,9*	5,65	4,0	499,0	559,0
<b>Індекси:</b>								
8:1	Черепний	79,8	11	6,5*	1,96	1,38	71,3	92,1
17:1	Висотно-поздовжній	74,0	9	4,0*	1,33	0,94	66,1	79,3
17:8	Висотно-поперечний	94,1	9	8,1*	2,71	1,92	81,5	108,9
9:8	Лобно-поперечний	69,0	12	5,1*	1,47	1,04	63,0	82,4
20:1	Висотно-поздовжній	63,4	8	3,2*	1,13	0,80	59,6	69,3
20:8	Висотно-поперечний	80,8	8	5,2*	1,84	1,30	74,8	90,3
10:8	Коронарно-поперечний	84,9	12	4,9*	1,43	1,01	75,5	95,9
9:10	Широтний лобний	81,3	12	2,7**	0,78	0,55	78,3	86,3
45:8	Поперечний фаціо-церебральний	94,6	12	5,1*	1,48	1,04	89,7	107,7
48:17	Вертикальний фаціо-церебральний	50,3	8	3,4	1,22	0,86	45,6	54,7
9:45	Лобно-вличний	73,0	12	4,2*	1,21	0,86	63,5	78,8
10:45	Коронарно-вличний	89,8	12	4,5*	1,30	0,92	81,0	96,5
40:5	Випинання обличчя	95,5	8	4,3*	1,52	1,08	88,8	101,0
47:45	Загальний лицьовий	86,2	3	2,9**	1,65	1,17	83,5	89,2
48:45	Верхній лицьовий	49,9	10	2,5**	0,78	0,55	46,1	53,5
54:55	Носовий	47,6	10	3,0**	0,94	0,66	44,4	54,3
DS:DC	Дакріальний	53,2	9	5,7**	1,89	1,33	43,6	60,4
SS:SC	Симотичний	45,0	9	10,0**	3,33	2,36	28,2	62,5
MS:MC	Максилофронтальний	38,9	9	8,8	2,92	2,07	21,7	50,0
52:51	Орбітний	76,0	11	4,9	1,49	1,05	71,5	88,0
63:62	Піднебінний	86,4	8	6,7	2,38	1,69	74,5	98,2
61:60	Щелепно-альвеолярний	119,9	7	6,4**	2,41	1,70	112,4	129,5

За I канонічним вектором (надалі КВ) (24,4 % загальної дисперсії) чоловіча серія з с. Стайкин Верх (с. Залуцьке) (рис. 2) отримує великі додатні значення

вектора (1,425). За цим КВ простежується її близькість до двох груп: Ужгород (1,582) та вірмени (1,385).



**Рис. 3<sup>1</sup>.** Чоловіча серія Залуцьке XVIII–XIX ст. та 89 краніологічних груп у просторі КВ I та КВ II порівняно з синхронними групами Західної, Центральної та Східної Європи за 14 ознаками. Результати багатовимірного канонічного аналізу. 1 – Orheiul Vechi; 2 – Wuttemberg; 3 – Орловська губ.; 4 – Алозеро; 5 – Сланцевський р-н; 6 – Ладога-2; 7 – Pfeifer; 8 – білоруси; 9 – інгуші.

<sup>1</sup> Рисунки 2 і 3 створив та підготував до друку дизайнер Андрій Бардецький.

За КВ II (16,3 % загальної дисперсії) досліджувана група отримує великі від'ємні значення вектора (–0,990). Ідентичні значення отримує чоловіча вибірка з м. Ужгорода (–0,990). Також спостерігається певна її подібність до міської групи Вінниці (–0,892).

За КВ III (14,4 % загальної дисперсії) чоловіча серія з с. Залуцьке (рис. 2) отримує великі додатні зна-

чення вектора (1,101). Простежується певна статистична подібність досліджуваної групи до іжорської вибірки з Поріци – 1,227 [55, с. 408–421].

У цілому, можна відзначити статистичну подібність досліджуваної групи до західної міської групи з Ужгорода (рис. 3).

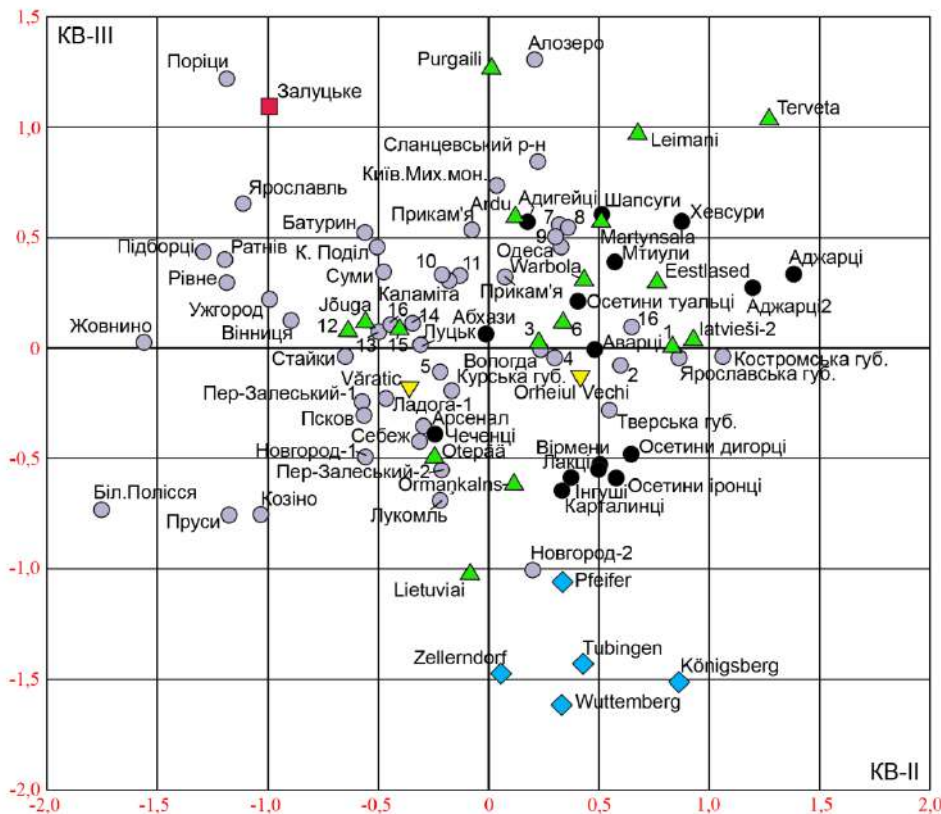


Рис. 4. Чоловіча серія Залуцьке XVIII–XIX ст. і 89 краніологічних груп у просторі КВ II та КВ III порівняно з синхронними групами Західної, Центральної та Східної Європи за 14 ознаками. Результати багатовимірного канонічного аналізу. 1 – latvieši-1; 2 – Калужька губ.; 3 – latvieši-3; 4 – Ладога-2; 5 – Орловська губ.; 6 – suomalaiset; 7 – Дмитров; 8 – білоруси за Алексеевим; 9 – українці Грузії; 10 – Степова Наддніпрянина; 11 – Лютеняка; 12 – Kohtla-Järve; 13 – Білгород; 14 – Вишгород; 15 – Kabina; 16 – Клевань.

## ВИСНОВКИ

1. У цілому, сільська чоловіча краніологічна серія XVIII–XIX ст. Залуцьке з урочища Стайкин Верх характеризується брахікранною, високою черепною коробкою. Обличчя помірно широке, ортогнатне, різко профільоване. Ніс вузький і високий.

2. На даному етапі дослідження, враховуючи малу кількість черепів, після багатовимірного канонічного аналізу виявлено, що в чоловічій сільській брахікранній вибірці з с. Стайкин Верх (Залуцьке) простежується північно-західний напрямок зв'язків.

3. Два жіночих черепи теж брахікранні та з вузьким носом, отже, чоловіки й жінки цієї групи належать до одного краніологічного типу.

Перспективним є залучення вибірки до великої краніологічної серії з Чернігово-Сіверщини – Східне Полісся XVII–XIX ст. Отже, сільські чоловічі й жіночі краніологічні групи, хоч і не великі, але доповнять дослідження, що проводяться за матеріалами XVII–XVIII ст. з Чернігово-Сіверщини, та надасть нам нову інформацію з краніології даного етногеографічного регіону. Також окремого дослідження потребують черепи дітей, знайдені на пам'ятці.

## ЛІТЕРАТУРА

- Денисова, Р. Я. *Этногенез латышей (по данным краниологии)*. Рига: Наука, 1977, 360 с.
- Терпиловський, Р., Нікітін, Ю., Жаров, Г., Шульга, О. *Роботи Лівобережної археологічної експедиції. Археологічні дослідження в Україні 2017, 2019, с. 236–238.*
- Алексеев, В. П., Дебед, Г. Ф. *Краниометрия. Методика антропологических исследований*. Москва: Наука, 1964. 128 с.

- Martin, R. *Lehrbuch der Anthropologie. In systematischer Darstellung. Mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden für Studierende, Ärzte und Forschungsreisende*. Zweite, vermehrte Auflage. Jena: Gustaf Fischer, 1928. Bd. II. 1062 S.
- Buxton, L. H. D., Morant, G. D. *Essential Craniological Technique*. Journal Royal Anthropological Institute. 1933, 63, p. 19–47.
- Ubelaker, D. H. *Human Skeletal Remains. Excavation, Analysis, Interpretation*. Washington: Taraxacum, 1989. 172 p.

7. Buikstra, J., Ubelaker, D. Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. *Arkansas Archeological Survey Research Series*, 1994, 44, 206 p.
8. Bruzek, J. Diagnose sexuelle à l'aide de l'analyse discriminante appliquée au tibia. *Antropologia Portuguesa*, 1995, 13, p. 93–106.
9. Bruzek, J. A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 2002, 117 (2), p. 157–168.
10. Bruzek, J., Santos, F., Dutailly, B., Murail, P., & Cunha, E. Validation and Reliability of the Sex Estimation of the Human os coxae Using Freely Available DSP2 Software for Bioarchaeology and Forensic Anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*, 2017, 164 (2), p. 440–449.
11. Vallois, H. V. La durée de la vie chez l'homme fossile. *L'Anthropologie*. 1937, 47, p. 499–532.
12. Brothwell, D. R. *Digging up Bones: The Excavation, Treatment, and Study of Human Skeletal Remains*. London: Trustees of the British Museum, 1972, 196 p.
13. Герасимов, М. М. *Восстановление лица по черепу, 1955: (современный и ископаемый человек)*. Москва: Изд-во АН СССР, 1955, 585 с.
14. Гусева, И. С. Глубина клыковой ямки в морфологическом и расоводиагностическом аспектах. *Вопросы антропологии*, 1964, 16, с. 51–68.
15. Дерябин, В. Е. *Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов*. Москва: МГУ, биологический факультет, 2008, 332 с.
16. Долженко, Ю., Мойжес, В. Антропологічний аналіз поховань у церкві Ужгородського замку: статеві-віковий та етнічний аспекти. *Ідентичності в умовах пограниччя*, Матеріали міжнародної наукової конференції (Ужгород, 27–28 січня 2021 р.), Ужгород, 2022, с. 69–82.
17. Долженко, Ю., Мойжес, В. Краниологія та статеві-вікова характеристика поховань другої половини XIV–XVII ст. з церкви Ужгородського замку. *Науковий вісник Ужгородського університету*: серія: Історія, 2022, 1 (46), с. 228–264.
18. Долженко, Ю. В., Пшеничний, Ю. Л., Бардецький, А. Б. Чоловіча вибірка поховань XVIII–XIX ст. з урочища Острів Дубовець поблизу Дубна. *Історія, культура, пам'ять у науковому вимірі: стан, перспективи*. Матеріали I всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ. 22 травня 2020 р. Київ: Арт Економі, 2020, с. 6–9.
19. Долженко, Ю. В., Пшеничний, Ю. Л., Бардецький, А. Б. Кладовище Свято-Вознесенського монастиря на острові Дубовець поблизу Дубна (за результатами архео-антропологічних досліджень 2019 р.). *Дубенський науковий вісник*. Матеріали міжнародної науково-теоретичної конференції присвяченої 920-річчю першої писемної згадки про місто Дубно. Дубно, 2021, с. 43–66.
20. Войтюк, О. П., Долженко, Ю. В. Роботи у крипті римокатолицького Благовіщенського костелу в селищі Клевань. *Наукові записки Рівненського обласного краєзнавчого музею*. Збірник наукових праць, 2020, XVIII, с. 21–25.
21. Долженко, Ю. В. Антропологічні матеріали могильника козацького часу Лютецька. Проблеми дослідження пам'яток археології східної України (пам'яті С. Н. Братченка). Луцьк: Б/в, 2012, с. 487–507.
22. Тараненко, С., Вікторова, П., Кода, В., Долженко, Ю. Нові дані щодо могильника приходської Введенської церкви Києва. *Krolowe i biskupi, rycerze i chłopi – identyfikacja zmarłych*. Познань, 2014, с. 249–254.
23. Долженко, Ю. В. Краниологія населення Київського Подолу 16–18 ст. (могильник по вул. Юрківська, 3). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: історія. 2016, 2, 3, с. 3–17.
24. Долженко, Ю. В., Мазурик, Ю. М. Краниологія населення Луцька XVII–XX ст. *Український історичний збірник*. 2015, 18, с. 368–386.
25. Долженко, Ю. В. До питання про неметричні ознаки на людських черепах із Київського Арсеналу XVII–XVIII ст. *Лаврський Альманах. Києво-Печерська лавра в контексті української історії та культури*. Збірник наукових праць, 2010, 25, с. 11–17.
26. Долженко, Ю. В. Неметричні ознаки на черепах похованих з Київського Арсеналу XVII–XVIII ст., *Болховітинівський щорічник*, Київ, 2011, с. 118–134.
27. Долженко, Ю., Прищеп, Б. Краниологія похованих у Римокатолицькому костелі св. Антонія міста Рівного XVI–XVII ст. *Археологічні студії Межибіж*, 2015, 4, с. 7–16.
28. Долженко, Ю. В., Златогорський, О. Є. Краниологічні матеріали XV–XVI ст. із розкопок с. Ратнів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: історія. 2016, 1, 4, с. 11–22.
29. Dolzhenko, Yu. V. Craniology of XVI–XVIII Centuries Zhovynno Burial. *Modern Science – Moderni věda*, 2014, 4, p. 119–132.
30. Долженко, Ю. В., Прядко, О. О. Історико-антропологічний нарис поховань XVI–XVIII ст. з с. Жовнино на Черкащині. *Етнічна історія народів Європи*. 2014, 44, с. 43–50.
31. Dolzhenko, Yu. Craniological Characteristics of the Baturyn's Population in 17–18 Centuries. Ніжинська старовина: *Збірник регіональної історії та пам'яткознавства*. Серія: Пам'яткознавство Північного регіону України. 2014, 18 (21), 6, с. 40–56.
32. Рудич, Т. О. *Населення середнього Подніпров'я I–II тисячоліття: за матеріалами антропології*. Київ: Спілка Археологів України, 2014, 298 с.
33. Виногородська, Л. І., Потехіна, І. Д., Долженко, Ю. В. Формування соціально-просторової та антропологічної структури давньої Вінниці за археологічними (XIII–XVI ст.) та антропологічними (XVIII–XIX ст.) матеріалами. *Сторінки історії*, 2020, 51, с. 24–25. DOI: 10.20535/2307-5244.51.2020.220174
34. Долженко, Ю. В. Неметрические признаки на человеческих черепах из могильника времен казачества – Стайки. *Вестник Антропологии*, 2012а, 19, с. 169–181.
35. Потехіна, І. Д. До антропології козацької доби: могильник Стайки. *Нові дослідження пам'яток козацької доби в Україні*. 2016, 25, с. 166–171.
36. Абдушлишвили, М. Г. Антропология древнего и современного населения Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1964, 209 с.
37. Алексеев, В. П. *Избранное*. Москва: Наука, 2008. Т. 4: Происхождение народов Восточной Европы, 342 с.
38. Саливон, И. И. Сельское население Белоруссии XVIII–XIX вв. Краниология и остеометрия. *Палеоантропология Беларуси*, 2015, 6, с. 189–266.
39. Тегако, Л. И., Микулич, А. И., Саливон, И. И. *Антропология Белорусского Полесья*. Минск: Наука и техника, 1978, 158 с.
40. Моисеев, В. Г., Григорьева, Н. В., Ширококов, И. Г., Хартанович, В. И. Краниологические материалы из раскопок у церкви Святого Георгия в Старой Ладоге. *Радловский сборник. Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2015 г.* Санкт-Петербург, 2016, с. 390–399.
41. Гончарова, Н. Н. Формирование антропологического разнообразия средневековых городов: Ярославль, Дмитров, Коломна. *Вестник антропологии: Научный альманах*. 2011, 19.
42. Евтеев, А. А. Краниологическая серия XVIII века из некрополя села Козино (Московская обл.): внутрigrupповая изменчивость и предварительные результаты межгруппового анализа. *Археология Подмосковья: Материалы научно-семинара*, 7, с. 433–440.
43. Евтеев, А. А., Олейников, О. М. Археологические и палеоантропологические исследования на улице Даньславле в Великом Новгороде. *Российская Археология*, 2015, 1, с. 167–192.
44. Ширококов, И. Г., Верховцев, Д. В. Данные краниологии к вопросу о происхождении Ижоры. *Радловский сборник. Научные исследования и музейные проекты МАЭ. РАН в 2015 г.* Санкт-Петербург, 2016, с. 408–421.
45. Хартанович, В. И., Шахнович, М. М. Материалы к изучению погребального обряда и краниологии населения северной Карелии (могильник Алозеро). *Радловский сборник: научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2008 г.* Санкт-Петербург: МАЭ РАН, 2009, с. 104–109.
46. Хартанович, В. И., Ширококов, И. Г. К проблеме формирования антропологического состава населения «лопских погостов» (по краниологическим материалам из могильника XVII – начала XIX века Алозеро). *Археология, этнография и антропология Евразии*, 2012, 2, с. 141–152.
47. Ширококов, И. Г. Об антропологическом своеобразии населения Томска XVII–XVIII вв. *Сибирские исторические исследования*, 2018, 4, с. 85–101. DOI: 10.17223/2312461X/22/5

48. Зариня, Г. В. Антропологический состав населения Аугшпезме XVI–XIX вв. *Балты, славяне, прибалтийские финны: Этногенетические процессы*. Рига: Наука, 1990, с. 109–123.
49. Марк, К. Ю. Палеоантропология Эстонской ССР. *Балтийский Этнографический сборник*. Москва: Академия Наук СССР, 1956, с. 170–228.
50. Моисеев, В. Г., Ширококов, И. Г., Крийска, А., Хартанович, В. И. Краниологическая характеристика средневекового населения Эстонии. *Радловский сборник. Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2012 г.* Санкт-Петербург: МАЭ РАН, 2013, с. 221–223.
51. Великанова, М. С. *Палеоантропология Прутско-Днестровского междуречья*. Москва: Наука, 1975, 283 с.
52. Березина, Н. Я. Антропологические особенности населения Кёнигсберга XVIII–XIX вв. *Человек и древности: памяти Александра Александровича Формозова (1928–2009)*. Москва: Гриф и Ко, 2010, с. 867–875.
53. Евтеев, А. А., Староверов, Н. Е., Волков, В. А., Выскубов, С. П., Потрахов, Н. Н. Материалы к краниологии германоязычного населения Среднего Поволжья, юго-западной Германии и восточной Австрии. тунгусоязычных народов Дальнего Востока: эвены, эвенки, нанайцы, *Вестник Московского университета*, Серия 23, Антропология, 2020, 3, с. 90–104.
54. Алексеев, В. П. Происхождение народов Кавказа. Москва, 2009.
55. Дерябин, В. Е. *Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов*. Москва: МГУ, биологический факультет, 2008, 332 с.



## Роль інсулінорезистентності та оксидативного стресу в механізмах розвитку артеріальної гіпертензії

Олена Кучменко<sup>1</sup>, Валентина Гавій<sup>1</sup>, Віталій Шейко<sup>1</sup>,  
Лаура Мхітарян<sup>1</sup>, Олена Матова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Ніжин, Україна

<sup>2</sup>ДУ «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М. Д. Стражеска Національної академії медичних наук України», Київ, Україна

Адреса для листування: kuchmeb@yahoo.com

Отримано: 22.08.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Гіпертензія – це патофізіологічний процес, пов'язаний з морфологічними та функціональними порушеннями в клітинних структурах, які призводять до прогресивного дисбалансу серцево-судинної системи організму. Метою дослідження було вивчення ролі інсулінорезистентності та окиснювального стресу в механізмах розвитку артеріальної гіпертензії. У дослідження було включено 55 пацієнтів з контрольованою артеріальною гіпертензією віком  $57,3 \pm 4,5$  років. В крові пацієнтів визначали вміст глюкози, інсуліну, продуктів вільнорадикального окислення ліпідів та білків, активність ферментів антиоксидантного захисту. За результатами визначення вмісту глюкози, інсуліну та розрахунку індексу НОМА пацієнтів було розділено на дві групи – пацієнти з контрольованою артеріальною гіпертензією без та з інсулінорезистентністю. Продемонстровано зростання ( $p \leq 0,05$ ) вмісту первинних (дієнових кон'югатів) та вторинних (ТБК-позитивних продуктів) продуктів окислення ліпідів, продуктів окислення білків в сироватці крові пацієнтів із артеріальною гіпертензією без та з інсулінорезистентністю. Більший рівень продуктів окислення ліпідів та білків ( $p \leq 0,05$ ) спостерігався у пацієнтів з артеріальною гіпертензією та інсулінорезистентністю порівняно із пацієнтами з артеріальною гіпертензією без інсулінорезистентності. Також показано зниження ( $p \leq 0,05$ ) активності ферментів антиоксидантного захисту – супероксиддисмутази та каталази у пацієнтів із артеріальною гіпертензією без та з інсулінорезистентністю. У пацієнтів з артеріальною гіпертензією та інсулінорезистентністю зменшення активності цих ферментів було достовірно більше ( $p \leq 0,05$ ) порівняно з пацієнтами з артеріальною гіпертензією без інсулінорезистентності. Враховуючи отримані результати, необхідно розмежовувати пацієнтів, яким встановлений діагноз артеріальна гіпертензія, в залежності від наявності або відсутності інсулінорезистентності. Пацієнти з артеріальною гіпертензією та інсулінорезистентністю потребують комплексного підходу до лікування, оскільки у них спостерігаються більш глибокі зміни обмінних процесів, зокрема, окисного метаболізму. Інсулінорезистентність і артеріальна гіпертензія мають взаємопідсилюючий характер, тому для ефективного лікування та профілактики подальших ускладнень необхідно поєднувати засоби і підходи впливу на кожну із цих ланок для більш ефективного попередження розвитку порушень обмінних процесів в організмі.

**Ключові слова:** оксидативний стрес, інсулінорезистентність, артеріальна гіпертензія, продукти окислення ліпідів та білків, антиоксидантні ферменти, супероксиддисмутаза, каталаза.

## The role of insulin resistance and oxidative stress in the mechanisms of arterial hypertension development

Olena Kuchmenko<sup>1</sup>, Valentyna Havii<sup>1</sup>, Vitalii Sheiko<sup>1</sup>,  
Laura Mkhitarjan<sup>1</sup>, Olena Matova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nizhyn Gogol State University, Nizhyn, Ukraine

<sup>2</sup>National Scientific Center "Institute of Cardiology, Clinical and Regenerative Medicine named after Academician M. D. Strazheska of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Correspondence: kuchmeb@yahoo.com

**Abstract.** Hypertension is a pathophysiological process associated with morphological and functional disorders in cellular structures that lead to progressive imbalance of the cardiovascular system of the organism. The purpose of the study was to study the role of insulin resistance and oxidative stress in the mechanisms of development of arterial hypertension. The study included 55 patients with controlled arterial hypertension aged  $57.3 \pm 4.5$  years. The content of glucose, insulin, products of free radical oxidation of lipids and proteins, and the activity of antioxidant protection enzymes were determined in the patients' blood. According to the results of determining the content of glucose, insulin and calculating the HOMA index, patients were divided into two groups - patients with controlled arterial hypertension without and with insulin resistance. An increase ( $p \leq 0.05$ ) in the content of primary (diene conjugates) and secondary (TBA-positive products) lipid oxidation products, protein oxidation products in the blood serum of patients with arterial hypertension without and with insulin resistance was demonstrated. Higher levels of lipid and protein oxidation products ( $p \leq 0.05$ ) were observed in patients with hypertension and insulin resistance compared to patients with hypertension without insulin resistance. A decrease ( $p \leq 0.05$ ) in the activity of antioxidant protection enzymes - superoxide dismutase and catalase in patients with arterial hypertension without and with insulin resistance was also shown. In patients with arterial hypertension and insulin resistance, the decrease in the activity of these enzymes was significantly greater ( $p \leq 0.05$ ) compared to patients with arterial hypertension without insulin resistance. Taking into account the obtained results, it is necessary to distinguish between patients diagnosed with hypertension, depending on the presence or absence of insulin resistance. Patients with hypertension and insulin resistance require a complex approach to treatment, as they have more profound changes in metabolic processes, in particular, oxidative metabolism. Insulin resistance and arterial hypertension are mutually reinforcing, therefore, for effective treatment and prevention of further complications, it is necessary to combine means and approaches to influence each of these links to more effectively prevent the development of metabolic disorders in the organism.

**Key words:** oxidative stress, insulin resistance, arterial hypertension, lipid and protein oxidation products, antioxidant enzymes, superoxide dismutase, catalase.

## ВСТУП

Артеріальна гіпертензія (АГ) – це патофізіологічний процес, пов'язаний з морфологічними та функціональними порушеннями в клітинних структурах, які призводять до прогресивного дисбалансу серцево-судинної системи організму. Нормальний тиск крові кровоносних судин є необхідним для підтримання життєдіяльності організму, а також для постійного забезпечення необхідними речовинами та біологічно активними сполуками всіх систем органів [1].

На сьогодні багато уваги приділяється дослідженню різних механізмів виникнення та розвитку артеріальної гіпертензії. Із розвитком сучасних методів діагностики, зокрема, методів лабораторної діагностики, вдалося дослідити різні механізми розвитку артеріальної гіпертензії, зокрема порушення функціонування ендокринної, нервової системи, а також різноманітні порушення метаболічних процесів. Всі ці зміни можуть відбуватися паралельно, взаємопідсилюючи один одного, що і призводить до розвитку даного захворювання [2, 3].

Важливою особливістю АГ є висока частота коморбідності. Особи, що хворіють на АГ, часто мають супутні патології, зокрема, діабет, хронічне обструктивне захворювання легень тощо. За цих умов відбувається поєднання та взаємовплив проявів різних захворювань, що прямо може впливати на характер перебігу захворювань, важкість ускладнень. У таких пацієнтів повинні застосовуватися індивідуальні підходи до діагностики та лікування з урахуванням всіх наявних патологій. На сьогодні досить частим поєднанням є розвиток АГ та порушень обміну вуглеводів. Крім того, беззаперечним фактом є порушення про- і антиоксидантного балансу та розвиток оксидативного стресу в патогенезі АГ [4, 5, 6].

Розвиток оксидативного стресу може відігравати важливу роль і у патогенезі інсулінорезистентності (ІР). Разом, оксидативний стрес та інсулінорезис-

тентність, відіграють важливу роль в молекулярних механізмах розвитку АГ. За ІР спостерігається активація синтезу великої кількості біологічно активних сполук, що може супроводжуватися підвищенням артеріального тиску [7, 8]. Тому все більш актуальним стають дослідження механізмів розвитку АГ, причин виникнення та взаємозв'язку між факторами, що впливають на даний патофізіологічний процес, що може надати можливість розробити нові методи та підходи для профілактики, діагностики та лікування АГ.

Метою дослідження було вивчення ролі ІР та окиснювального стресу в механізмах розвитку АГ.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У дослідженні взяли участь 55 пацієнтів з контрольованою АГ віком  $57,3 \pm 4,5$  років, які перебували на стаціонарному лікуванні у відділенні артеріальної гіпертензії та коморбідної патології ДУ «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М. Д. Стражеска НАМН України». Критеріями незалучення були серцево-судинні захворювання, які сталися протягом 6 місяців до включення в дослідження (інфаркт міокарду, мозковий інсульт); застійна серцева недостатність III і вище функціонального класу за NYHA; вади серця, які потребують хірургічного лікування; онкологічні захворювання протягом попередніх 5 років; гострі або загострення хронічних запальних захворювань менш, ніж за чотири тижні до первинного обстеження. Всім пацієнтам проведено комплексне клінічне обстеження з урахуванням скарг, анамнестичних та об'єктивних даних: фізикальне обстеження, вимірювання офісного артеріального тиску та частоти серцевих скорочень, зросту, ваги, окружності талії. Інструментальні дослідження застосовували у всіх хворих для оцінки стану органів-мішеней: серця (доплер-ехокардіографія), сонних артерій (дуплексне сканування) і нирок (ультразвукове дослідження), а також для



оцінки характеристик добового ритму артеріального тиску і варіабельності серцевого ритму.

Всі пацієнти були поділені на три групи: 1 група – практично здорові особи (n = 15); 2 група – пацієнти з контрольованою АГ без інсулінорезистентності (ІР) (n = 20); 3 група – пацієнти з контрольованою АГ та ІР (n = 20).

Вміст в плазмі крові глюкози визначали на біохімічному аналізаторі Biosystems A25™ (Іспанія) з використанням відповідної тест-системи. Визначали імуноферментним методом застосовуючи стандартні набори ELISA фірми Sigma (USA) згідно інструкції фірми-виробника. Інсулінорезистентність оцінювали за індексом НОМА, якій розраховували за формулою:

$$\text{НОМА} = \left[ \frac{\text{інсулін (мкОд/мл)} \cdot \text{глюкоза (ммоль/л)}}{22,5} \right]$$

Критерієм ІР вважали граничне значення індексу НОМА  $\geq 3,0$ .

В сироватці крові визначали інтенсивність процесів окислення ліпідів за накопиченням первинних та вторинних продуктів їх окислення – дієнових кон'югатів та ТБК-позитивних продуктів спектрофотометрично [9]. Вміст продуктів окислення білкових молекул визначали за інтенсивністю накопичення 2,4-динітрофенілгідразинів спектрофотометрично відвідо до [9]. Активність антиоксидантних ферментів – каталази і супероксиддисмутази (СОД), визначали спектрофотометрично та спектрофлуорометрично [10], відповідно.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою програми SPSS, версія 13. Характер розподілення змінних оцінювали за

допомогою тесту Колмогорова-Смірнова для однієї виборки. При порівнянні значень за умови нормального розподілу даних використовували t-критерій Стьюдента. Для всіх процедур статистичного аналізу вважали статистично значущим рівень  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ

ІР – це порушення біологічної реакції тканин організму на дію інсуліну. Як наслідок не відбувається нормальне транспортування глюкози з крові у тканини, тому для того, щоб посилити їх депонування, концентрація інсуліну підвищується. Таким чином може розвиватися хронічний підвищений рівень інсуліну, що серйозно порушує нормальне функціонування організму [11]. Для визначення наявності або відсутності ІР в пацієнтів з діагнозом контрольована АГ і формування таким чином трьох груп для подальшого дослідження були визначені концентрації глюкози, інсуліну та підраховані за даними показниками індекси НОМА (табл. 1). Відповідно, рівень глюкози у пацієнтів з АГ без ІР достовірно зростає порівняно з контролем на 10 %, а у пацієнтів з АГ та ІР – на 49 %. При цьому рівень інсуліну зростає у пацієнтів з АГ без ІР порівняно з контролем у 2,6 рази, а у пацієнтів з АГ і ІР – у 3 рази. У пацієнтів 2 групи з АГ без ІР величина показника індексу НОМА зростала у 3 рази та була на верхній межі референтних значень. У пацієнтів 3 групи з АГ та ІР величина індексу НОМА зростала у 4,6 рази порівняно з контрольованою групою і в 1,6 рази порівняно з групою пацієнтів з АГ без ІР.

Таблиця 1

### Показники концентрації глюкози, інсуліну, індексу НОМА у пацієнтів з АГ з та без ІР

	1 група (практично здорові особи)	2 група (АГ, без ІР)	3 група (АГ з ІР)
Глюкоза, ммоль/л	4,74 ± 0,19	5,25 ± 0,05*	7,08 ± 0,21*#
Інсулін, мкОд/мл	4,87 ± 0,99	12,69 ± 0,59*	15,02 ± 0,93*
Індекс НОМА	1,02 ± 0,18	2,96 ± 0,13*	4,72 ± 0,28*#

**Примітка:** \* – вірогідні відмінності ( $p < 0,05$ ) порівняно до групи практично здорових осіб; # – вірогідні відмінності ( $p < 0,05$ ) порівняно до пацієнтів 2 групи.

При нормальному функціонування організму вміст продуктів вільнорадикального окиснення є на дуже низькому рівні, не дивлячись на велику кількість субстратів окиснення ліпідів та білків. Активация окиснення даних субстратів розглядається як універсальна відповідь організму на дію екстремальних факторів. Вплив таких факторів призводить до порушення балансу функціонування про- та антиоксидантних систем, що може сприяти розвитку стійкого окиснювального стресу. В результаті вільнорадикального окиснення утворюється ряд продуктів, які є результатом взаємодії вільних радикалів як між собою, так і з біологічними макромолекулами [12, 13]. Таким чином, визначаючи

концентрацію продуктів окиснення, можна оцінити інтенсивність окиснювального стресу і його вплив на нормальне функціонування організму.

Для оцінки прооксидантних систем вимірювали вміст продуктів перекисного окислення ліпідів (дієнові кон'югати та ТБК-позитивні продукти) та білків (табл. 2).

Дієнові кон'югати є первинними продуктами перекисного окиснення ліпідів, вони відносяться до токсичних метаболітів і мають негативний вплив на ліпопротеїди, білки та нуклеїнові кислоти [12, 13]. Їх високий вміст може вказувати на процеси тривалого окиснення ліпідів, а отже і на розвиток окиснювального стресу. Ліпоперокси є досить нестійкими

сполуками і швидко піддаються подальшій окисній дегенерації. При цьому накопичуються вторинні продукти окиснення, зокрема, і малоновий диальдегід, який утворюється в результаті окиснення жирних кислот з трьома і більше подвійними зв'язками та який відіграє важливу роль у синтезі біологічно активних сполук, зокрема, простагландинів,

прогестерону та інших стероїдів. Накопичення різних реактивних альдегідів може призводити до утворення зшивок між молекулами ліпідів або ліпідів та білків, що буде впливати на властивості мембранних структур та на процеси, пов'язані зі зміною поверхні мембрани: фагоцитоз, піноцитоз, клітинна міграція [12, 13].

Таблиця 2

**Вміст продуктів вільнорадикального окислення ліпідів та білків і активність ферментів антиоксидантного захисту у пацієнтів з АГ з та без ІР**

	<b>1 група (практично здорові особи)</b>	<b>2 група (АГ, без ІР)</b>	<b>3 група (АГ з ІР)</b>
Дієнові кон'югати, ум.од./мл	1,61 ± 0,34	2,65 ± 0,18*	3,80 ± 0,18*#
ТБК-позитивні продукти, мкмоль/мл	8,51 ± 0,42	11,11 ± 0,25*	14,21 ± 0,80*#
Продукти окислення білків, ум.од./мл	3,80 ± 0,47	6,06 ± 0,27*	7,34 ± 0,41*
Активність СОД, мккат/год · л	2257,33 ± 126,91	1965,70 ± 118,50	1735,20 ± 102,53*
Активність каталази, мккат/год · л	12,56 ± 0,51	7,40 ± 0,39*	5,95 ± 0,24*#

**Примітка:** \* - вірогідні відмінності ( $p < 0,05$ ) порівняно до групи практично здорових осіб; # - вірогідні відмінності ( $p < 0,05$ ) порівняно до пацієнтів 2 групи.

Згідно з результатами, вміст дієнових кон'югатів у пацієнтів з АГ без ІР зростає порівняно з контролем у 1,6 рази, а у пацієнтів з АГ і ІР – в 2,4 рази. При цьому їх вміст у пацієнтів з АГ і ІР був достовірно вищим на 43 % порівняно з пацієнтами з АГ без ІР.

Подібна тенденція спостерігається щодо вмісту ТБК-позитивних продуктів. Їх вміст у пацієнтів з АГ без ІР зростає на 30 %, а у пацієнтів з АГ і ІР – на 67 % порівняно з контролем. Вміст ТБК-позитивних продуктів у пацієнтів з АГ і ІР був достовірно вищим на 28 % порівняно з пацієнтами з АГ без ІР.

При дії активних форм кисню на білкові молекули відбувається порушення нативної конформації білків з утворенням білкових агрегатів або фрагментацій білкової молекули. В основному в окиснювальній модифікації білків задіяні гідроксильні радикали та супероксиданіон радикали. Також порушенню конформації білків можуть сприяти радикали ліпідів. На сьогодні запропоновані кілька механізмів окиснювальної модифікації білків, а саме кон'югація ліпідних пероксидів з амінокислотними залишками гістидину, цистеїну і лізину в білкових молекулах або окислення амінокислотних залишків з утворенням карбонільних похідних [12, 13].

Щодо вмісту продуктів вільнорадикального окислення білків, то їх вміст у пацієнтів з АГ без ІР зростає в 1,6 рази, а у пацієнтів з АГ і ІР – в 1,9 рази порівняно з контрольною групою.

Ферментна ланка антиоксидантного захисту представлена багатьма ферментами, які беруть участь в метаболізмі та знешкодженні активних форм кисню. Серед них важливу роль відіграють

СОД і каталаза. СОД є головною захисною системою для видалення  $O_2^{\cdot -}$ , належить до СОД родини ферментів, що каталізують дисмутацію супероксидного аніон радикалу з утворенням перекису водню [14]. Каталаза відноситься до класу оксидоредуктаз, каталізує реакцію нейтралізації перекису водню, запобігаючи, таким чином, його накопиченню в клітині [15].

В результаті проведених досліджень було продемонстровано, що активності СОД і каталази зменшувалися у пацієнтів з АГ без та з ІР. За наявності ІР активність цих ферментів антиоксидантного захисту зменшувалась в більшій мірі. Зокрема, активність СОД у пацієнтів з АГ без ІР зменшувалась на 13 %, у пацієнтів з АГ і ІР – на 23 % порівняно з контрольною групою. При цьому активність каталази у пацієнтів з АГ без ІР знижувалась на 41 %, у пацієнтів з АГ і ІР – в 2,1 рази порівняно з контрольною групою. Активність каталази у пацієнтів з АГ і ІР була на 20% нижчою порівняно з пацієнтами з АГ без ІР.

## ОБГОВОРЕННЯ

У пацієнтів з АГ спостерігається порушення багатьох метаболічних процесів в організмі, глибина яких буде залежати від етіології захворювання, його тривалості та інших факторів, які будуть сприяти розвитку захворювання. За АГ створюють передумови для інтенсифікації вільнорадикальних процесів окислення та розвитку окислативного стресу. При цьому мають місце порушення функціональної активності як прооксидантних, так і антиоксидант-

них систем, внаслідок чого відбувається зростання утворення активних форм кисню та зниження активності компонентів антиоксидантної системи. Накопичення значної кількості активних форм кисню на фоні зниження активності антиоксидантної системи може призводити до пошкодження структурних компонентів клітин, в першу чергу, внаслідок окислення ліпідів та білків з утворенням значної кількості токсичних продуктів окиснювальної модифікації, які можуть дестабілізувати молекулярну структуру клітини. Надзвичайно важливим є дестабілізація мітохондрій, внаслідок чого може знижуватися інтенсивність окиснювального фосфорилування, синтезу АТФ та спостерігається погіршення щільності структури цих органел [4, 5, 12, 13].

За цих умов може спостерігатися порушення процесів вазодилатації стінок судин внаслідок інгібування утворення оксиду азоту та вивільнення цілого ряду біологічно активних речовин, які додатково сприяють звуженню просвіту судин (інгібітора активатора плазміногену-1, тромбоксана  $A_2$ , простагландину  $F_2\alpha$ , простацикліна, фактора некрозу пухлин TNF- $\alpha$ , С-реактивного білка, інтерлейкіна-6 та активації ренін-ангіотензин-альдостеронової системи). Крім цього, за цих умов активно синтезуються білки гострої фази, такі як фібриноген, плазміноген, ІАП-1, ферритин, кортизол, ряд цитокинів (TNF- $\alpha$ , ІЛ-1,6,8,18) та молекул клітинної адгезії (ICAM-1, VCAM-1). Всі ці біологічно активні сполуки здатні посилювати вазоконструкцію кровеносних судин, підвищувати опір руху крові, внаслідок чого підвищується артеріальний

тиск. Всі зазначені процеси будуть сприяти розвитку АГ та інших патологій серцево-судинної системи [1, 7, 12].

Згідно з результатами було встановлено, що у пацієнтів, в яких встановлений діагноз контрольована АГ з ІР, інтенсивність окиснювального стресу, окиснювальної модифікації ліпідів і білків проходить інтенсивніше, ніж в пацієнтів, в яких ІР не виявлений. Вміст дієнових кон'югатів, ТБК-позитивних продуктів, продуктів окислення білків у пацієнтів обох груп був достовірно вищим порівняно з контрольованою групою, проте у пацієнтів, в яких ще додатково була встановлена ІР, їх вміст був більшим порівняно з пацієнтами з АГ, але без ІР. Подібна тенденція має місце і стосовно активності основних ферментів антиоксидантного захисту – СОД і каталази.

## ВИСНОВКИ

Враховуючи отримані результати, необхідно розмежовувати пацієнтів, яким встановлений діагноз АГ, в залежності від наявності або відсутності ІР. Пацієнти з АГ та ІР потребують комплексного підходу до лікування, оскільки у них спостерігаються більш глибокі зміни обмінних процесів, зокрема, окисного метаболізму. Інсулінорезистентність і артеріальна гіпертензія мають взаємопідсилюючий характер, тому для ефективного лікування та профілактики подальших ускладнень необхідно поєднувати засоби і підходи впливу на кожну із цих ланок для більш ефективного попередження розвитку порушень обмінних процесів в організмі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Tousoulis, D. Arterial hypertension: New concepts in diagnosis and treatment? *Hellenic J Cardiol.* 2020, 61 (3), pp 145–147.
2. Silva, B. V.; Sousa, C.; Caldeira, D.; Abreu, A.; Pinto, F. J. Management of arterial hypertension: Challenges and opportunities. *Clin Cardiol.* 2022, 45 (11), pp 1094–1099.
3. Kućmierz, J.; Frąk, W.; Młynarska, E.; Franczyk, B.; Rysz, J. Molecular Interactions of Arterial Hypertension in Its Target Organs. *Int J Mol Sci.* 2021, 22 (18), p 9669.
4. Griendling, K. K.; Camargo, L. L.; Rios, F. J.; Alves-Lopes, R.; Montezano, A. C.; Touyz, R. M. Oxidative Stress and Hypertension. *Circ Res.* 2021, 128 (7), pp 993–1020.
5. Xu, D.; Hu, Y. H.; Gou, X.; Li, F. Y.; Yang, X. Y.; Li, Y. M.; Chen, F. Oxidative Stress and Antioxidative Therapy in Pulmonary Arterial Hypertension. *Molecules.* 2022, 27 (12), p 3724.
6. Prado, A. F.; Batista, R. I. M.; Tanus-Santos, J. E.; Gerlach, R. F. Matrix Metalloproteinases and Arterial Hypertension: Role of Oxidative Stress and Nitric Oxide in Vascular Functional and Structural Alterations. *Biomolecules.* 2021, 11 (4), p 585.
7. Kosmas, C. E.; Bousvarou, M. D.; Kostara, C. E.; Papakonstantinou, E. J.; Salamou, E.; Guzman, E. Insulin resistance and cardiovascular disease. *J Int Med Res.* 2023, 51 (2), p 3000605231164548.

8. Usui, I. Hypertension and insulin resistance in adipose tissue. *Hypertens Res.* 2023, 46 (6), pp 1478–1481.
9. Vasylenko, V. S.; Korol, L. V.; Kuchmenko, O. B.; Stepanova, N. M. The oxidative status in patients with chronic kidney disease. *Ukr. Biochem. J.* 2020, 92 (5), pp 70–77.
10. Ліпкан, Н. Г.; Кучменко, О. Б.; Мхітарян, Л. С. Активність індукцибельної NO-синтази та вміст цитруліну в сироватці крові як маркери імунозапальної активації та окислятивного стресу при хронічній серцевій недостатності. *Вісник медичних і біологічних досліджень.* 2021, 4 (10), с 46–52.
11. Onyango, A. N. Cellular Stresses and Stress Responses in the Pathogenesis of Insulin Resistance. *Oxid Med Cell Longev.* 2018, p 4321714.
12. Sinha, N.; Dabla, P. K. Oxidative stress and antioxidants in hypertension—a current review. *Curr Hypertens Rev.* 2015, 11 (2), pp 132–142.
13. Senoner, T.; Dichtl, W. Oxidative Stress in Cardiovascular Diseases: Still a Therapeutic Target? *Nutrients.* 2019, 11 (9), p 2090.
14. Yu, X.; Xu, R.; Huang, W.; Lin, L.; Zheng, F.; Wu, X. Superoxide dismutase as a protective factor for microalbuminuria in hypertensive patients. *Sci Rep.* 2022, 12 (1), p 20432.
15. Nandi, A.; Yan, L. J.; Jana, C. K.; Das, N. Role of Catalase in Oxidative Stress- and Age-Associated Degenerative Diseases. *Oxid Med Cell Longev.* 2019, p 9613090.



## Аноректальні аномалії розвитку

Ольга Антонюк<sup>1</sup>, Василь Пикалюк<sup>2</sup>, Олександр Слободян<sup>1</sup>,  
Альона Романюк<sup>2</sup>, Людмила Шварц<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

<sup>2</sup>Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: [olha.antonyuk@yahoo.com](mailto:olha.antonyuk@yahoo.com), [pikaluk@ukr.net](mailto:pikaluk@ukr.net), [romaniuk.alona@vnu.edu.ua](mailto:romaniuk.alona@vnu.edu.ua),  
[lyudmila.shvarcz@gmail.com](mailto:lyudmila.shvarcz@gmail.com)

Отримано: 04.10.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Аноректальні вади розвитку включають широкий спектр станів, які можуть вражати представників обох статей і охоплювати дистальний анус і пряму кишку, а також сечовивідні та статеві шляхи. Неперфорований задній прохід є поширеною вродженою вагою розвитку, яка виникає внаслідок дефектів або затримки розвитку задньої кишки. Діагноз неперфорації заднього проходу зазвичай встановлюється незабаром після народження шляхом звичайного медичного огляду. Пацієнти мають найкращі шанси на хороший функціональний результат, якщо захворювання діагностовано на ранній стадії та негайно розпочато ефективне анатомічне відновлення. Більшість вад у дівчаток можна правильно діагностувати лише під час фізичного огляду. Анальний отвір, видимий на промежині з нормальною піхвою та уретрою, свідчить про промежину норицю. Ректостембальна нориця виникає, якщо отвір знаходиться в задньому закутку присінки та за межами дівочої пльви. Якщо між соромітними губами видно лише один отвір, дуже ймовірно, що це клоака. Ректовагінальні нориці спочатку можуть виглядати як неперфорація заднього проходу без нориці (нормального вигляду піхви та уретри, але без видимого анального отвору). Ретельний огляд зазвичай показує наявність отвору в задній стінці піхви або всередині гіменального кільця. Рентгенологічна оцінка новонародженого з неперфорацією заднього проходу повинна включати ультразвукове дослідження черевної порожнини, використовуючи для виявлення урологічних аномалій. Сепсис, аспірація, здуття живота, перфорація товстої кишки, респіраторний дистрес, електролітний дисбаланс можуть виникнути внаслідок запізненого діагностичного та терапевтичного лікування аноректальних мальформацій. Точна передопераційна ідентифікація внутрішньої нориці між дистальним відділом сечостатевого тракту дуже важлива для оптимального хірургічного лікування та запобігання можливому пошкодженню сечостатевого тракту. Поетапна хірургія, найбільш поширений підхід для лікування аноректальних мальформацій, складається з трьох операцій: колостома при народженні, остаточна операція у віці 2–3 місяців і закриття колостоми у віці приблизно 6 місяців.

**Ключові слова:** аноректальні мальформації, новонароджені.

## Anorectal developmental anomalies

Olha Antonyuk<sup>1</sup>, Vasyl Pykalyuk<sup>2</sup>, Oleksandr Slobodian<sup>1</sup>,  
Alona Romaniuk<sup>2</sup>, Lyudmyla Shvarts<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

<sup>2</sup>Lesia Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: [olha.antonyuk@yahoo.com](mailto:olha.antonyuk@yahoo.com), [pikaluk@ukr.net](mailto:pikaluk@ukr.net), [romaniuk.alona@vnu.edu.ua](mailto:romaniuk.alona@vnu.edu.ua),  
[lyudmila.shvarcz@gmail.com](mailto:lyudmila.shvarcz@gmail.com)

**Abstract.** Anorectal malformations include a wide range of conditions that can affect both sexes and involve the distal anus and rectum, as well as the urinary and genital tracts. An imperforate anus is a common birth defect that results from defects or delays in the development of the hindgut. The diagnosis of nonperforation of the anus is usually made shortly after birth through a routine medical examination. Patients have the best chance for a good functional outcome if the disease is diagnosed early and effective anatomic repair is started immediately. Most malformations in girls can only be correctly diagnosed on physical examination. An anus visible in the perineum with a normal vagina and urethra suggests a perineal fistula. A rectovestibular fistula occurs when the opening is in the posterior vestibule

and beyond the hymen. If only one opening is visible between the labia, it is very likely a cloaca. Rectovaginal fistulae may initially appear as a non-perforating anus without a fistula (a normal-looking vagina and urethra, but no visible anus). Close examination usually reveals the presence of an opening in the back wall of the vagina or inside the hymenal ring. Radiological evaluation of a newborn with non-perforated anus should include abdominal ultrasound, using it to detect urological abnormalities. Sepsis, aspiration, abdominal distention, colonic perforation, respiratory distress, electrolyte imbalance are complications that can result from delayed diagnostic and therapeutic treatment of anorectal malformations. Accurate preoperative identification of an internal fistula between the distal part of the genitourinary tract is very important for optimal surgical treatment and prevention of possible damage to the genitourinary tract. Staged surgery, the most common approach for treating anorectal malformations, consists of three operations: a colostomy at birth, a definitive operation at 2–3 months of age, and closure of the colostomy at approximately 6 months of age.

**Key words:** anorectal malformations, newborns.

## ВСТУП

Аноректальна вада розвитку (АРВР) є поширеною вродженою проблемою, яка виникає у одному випадку з 5000 пологів і має спектр анатомічних проявів, які вимагають індивідуального лікування новонароджених, складних підходів до остаточної реконструкції та управління довгостроковими методами лікування та постійним доглядом [1]. Вади частіше зустрічаються у хлопчиків з ризиком народження другої дитини з аноректальною вагою, яка є у сім'ї та становить 1%. Ректоуретральна норича найчастіше зустрічається у хлопчиків, а ректовестибулярна – у дівчат. Супутні аномалії, пов'язані з серцевою, нирковою, гінекологічною, ортопедичною, спинальною та крижовою системами, впливають на лікування та прогноз. Аноректальні вади розвитку включають широкий спектр дефектів розвитку найнижчої частини кишкового та сечостатевого трактів. Неперфорація заднього проходу – це ембріональна вроджена вада, яка виникає внаслідок неповного формування задньої кишки, що призводить до відсутності або аномальної локалізації заднього проходу приблизно на 8-му тижні розвитку [2, 3]. Пряма кишка може закінчуватися сліпим мішком або мати отвори до уретри, сечового міхура або піхви. Аноректальні мальформації і на сьогодні залишаються серйозною медичною проблемою, адже вони належать до найпоширеніших вад розвитку, з якими дитячі хірурги стикаються у своїй практиці [4, 5]. Етіологія залишається невідомою і, ймовірно, багатофакторна [6, 7]. Результат лікування значною мірою залежить від спектру, клінічних особливостей, супутніх вад розвитку, досвіду хірургів і доступних пері операційних можливостей [8]. У разі атрезії анального проходу в першу добу після народження стан новонародженого задовільний. Перші ознаки захворювання з'являються через 10–12 год після народження: дитина погано спить, напружується; не відходить меконій. Якщо немає кваліфікованого огляду, то через одну добу з'являється здуття живота, блювота спочатку шлунковим вмістом, а потім з домішками жовчі і кишкового вмісту [9]. Дитина відмовляється від грудей. Якщо несвоєчасно надати допомогу, явища кишкової непрохідності в динаміці прогресують, блювота стає нестримною, нарастають явища ексікозу і токсикозу. У пізніх стадіях захворювання ускладнюється аспіраційною пневмонією, перфорацією кишки і перитонітом, дитина швидко може загинути. Пацієнти повинні

пройти детальне клінічне обстеження для точної діагностики вади розвитку, щоб пацієнти могли отримати правильне лікування в період новонародженості. Аноректальні вади розвитку є одними з найбільш складних вроджених вад розвитку в педіатричній хірургії.

**Мета дослідження** – узагальнити та оцінити наявні дані результатів дослідницької діяльності щодо аноректальних вад розвитку.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі проведено науковий аналіз даних оригінальних дослідницьких публікації у [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar] щодо аноректальних вад розвитку за останні двадцять п'ять років.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Етіологія.** Аноректальні вади розвитку представляють спектр аномалій, починаючи від легких анальних аномалій до складних вад розвитку клоаки. Етіологія таких вад розвитку залишається незрозумілою і, ймовірно є багатофакторною. Однак, є підстави вважати, що існує генетичний компонент [10]. Найбільш прийнятною в теперішній час є поліетіологічна теорія виникнення аноректальних вад, заснована на впливі різноманітних шкідливих агентів у критичні періоди розвитку ембріона, зокрема, в період органогенезу [11]. Формування вроджених атрезій і стенозів похідних передньої кишки відбувається при затримці їх реканалізації в ембріогенезі. У випадках недорозвиненості ектодермального зародка і ектодермальної кишкової трубки порушується розвиток дистального відділу кишки і не відбувається втягування ектодерми, внаслідок чого виникає атрезія заднього проходу і прямої кишки. Солідна стадія у розвитку органів кваліфікується як гістогенетична рекапітуляція [3]. Клоака – загальний відділ сечостатевого і аноректальних каналів, який проявляється на 5-му тижні розвитку людини, поділяється на два окремих канали протягом 6-го і 7-го тижнів. Клоака поділяється на урогенітальну пазуху спереду і задню кишку ззаду на 6-ти тижнях вагітності. Порушення латерального розширення мезодерми до медіального для формування підпупкової черевної стінки викликає розрив клоакальної мембрани. Клоакальна екстрофія спричинена розривом клоакальної мембрани до повного опущення урогенітальної перегородки, викликаючи грижі сечового міхура та кишківника.

Вади можна виявити за допомогою УЗД [12]. Дорсовентральна різниця в рості ембріона також розділяє клоачну мембрану на добре розвинену вентральну уретральну пластинку та власне тонку дорсальну клоачну мембрану. Порушення регуляції розвитку дорсальної клоаки, ймовірно, є важливою причиною аноректальних вад розвитку: надто низький регресивний розвиток може призвести до аноректальної агенезії, а занадто сильний – до стенозу або атрезії решти частини дорсальної клоаки [13].

*Класифікація аноректальних мальформацій.* Згідно погоджувальної Krickenbeck класифікації аноректальних вад розвитку (Німеччина, 2005 рік), вона на сьогодні має наступний вигляд [14].

*Основні клінічні групи:*

1. Промежинна нориця.
2. Ректоуретральна нориця (бульбарна і простатична).
3. Ректовезикальна нориця.
4. Вестибулярна нориця.
5. Клоака.
6. Аноректальна мальформація без нориці.
7. Анальний стеноз.

*Рідкісні (регіональні) варіанти:*

1. Сумка товстої кишки.
2. Ректальна атрезія, стеноз.
3. Ректовагінальна нориця.
4. Н-тип нориця.
5. Інші нориці.

На сьогодні критерії, які розроблені на конференції у Krickenbeck, яка базується на специфічних вадах розвитку з терапевтичними та прогностичними наслідками, є загальноприйнятими у більшості країн світу при лікуванні вроджених аноректальних вад розвитку. Тому розширення або доповнення, за необхідності, класифікації APBP, буде можливе лише за умови впровадження нових методів їх хірургічного лікування, а також для оцінки післяопераційних функцій.

*Клінічні прояви аноректальних вад.* Пацієнти з аноректальними вадами мають найкращі шанси на хороший функціональний результат, якщо захворювання діагностовано на ранній стадії та негайно розпочато ефективне анатомічне відновлення. При фізичному огляді новонародженого анальний отвір видимий на промежині з нормальною піхвою та уретрою, що свідчить про промежинну норицю. З іншого боку, ректовестибулярна нориця виникає, якщо отвір знаходиться в задньому присінку та за межами дівочої пльви. Якщо між соромітними губами видно лише один отвір, дуже ймовірно, що це клоака. Ректовагінальні нориці спочатку можуть виглядати як неперфорація заднього проходу без нориці (нормального вигляду піхви та уретри, але без видимого анального отвору), та більш ретельний огляд зазвичай показує наявність отвору в задній стінці піхви або всередині гіменального кільця [15]. Неперфорований задній прохід із норицею, що поширюється на статевий член, є рідкісним варіантом аноректальної мальформації. Необізнаність про цю ваду призведе до затримки правильного діагнозу

та відповідного лікування. Ретельне обстеження, включаючи колоноуретрографію та фістулографію, необхідно проводити всім пацієнтам зі норицею у вентральній частині статевого члена [7]. Вроджена мегалоуретра є рідкісною пренатальною знахідкою, тоді як пренатальна діагностика неперфорації заднього проходу становить серйозну проблему. Вроджена мегалоуретра була визначена за розширенням і подовженням уретри статевого члена на пренатальній сонографії [16]. Основною патогенною причиною є порушення відтоку сечі, яке може бути повним або частковим, а також ниркова та легенева недостатність. Лише 10 % випадків, у яких не було інших сечостатевих аномалій [17].

Sajeel Saeed, et al [18] дослідили, що зі 1108 пацієнтів 72 (6,5 %) хворих мали аноректальні вади розвитку. Хвороби шлунково-кишкового тракту становили близько 64,3 % усіх захворювань. Серед шлунково-кишкових причин поширеність аноректальної вади становила до 10,1 %. Смертність пацієнтів з аноректальними вадами розвитку була низькою (2,85 %) порівняно зі смертністю внаслідок інших шлунково-кишкових аномалій (8,25 %). Аноректальна вада розвитку мала значно нижчі шанси смертності (скориговане співвідношення шансів становить 0,19,  $p < 0,05$ ), порівняно з іншими порушеннями шлунково-кишкового тракту. Виділення калу або меконію з піхви свідчить про наявність ходу нориці. Локалізацію нориці встановлюють за допомогою уретроцистографії. При атрезії заднього проходу із норицею, що відкривається на шкіру промежини, зовнішній отвір нориці розташовується частіше спереду (біля кореня статевого члена), рідше – ззаду від звичайного місця розташування заднього проходу. На місці нормальної локалізації заднього проходу шкіра може бути гладенькою, потовщеною у вигляді валика, іноді є невелике заглиблення лійкоподібної форми. Для цього проводять лабораторні дослідження: загальний аналіз крові; загальний аналіз сечі; біохімічний аналіз крові нирок [19]. Рентгенографія черевної порожнини, крижово-куприкової ділянки (розрахунок крижового індексу, сакральні дефекти, пресакаральні маси). Наявність тіні ректального газу: низькі вади, проміжні вади, високі вади. Рентгенологічна оцінка новонародженого з неперфорацією заднього проходу повинна включати ультразвукове дослідження черевної порожнини для виявлення урологічних аномалій (тобто, розтягнута піхва або гідрокольпос, пов'язаний із стійкою клоакою) і звичайні рентгенограми хребта та крижів для визначення аномалій [6, 10].

Низька кишкова непрохідність може траплятися з кількома кишковими петлями. Необхідно діагностувати аномальне співвідношення прямої кишки і сигмоподібної кишки, перехідну зону – звуження прямої кишки, нерегулярні скорочення прямої кишки та затримку контрастного матеріалу на відстрочених рентгенограмах [20]. Рентгенологічна оцінка новонародженого з неперфорованим заднім проходом включає ультразвукове досліджен-

ня черевної порожнини для виявлення урологічних аномалій. У разі стійкої клоаки можна визначити розширену піхву (гідрокольпос). Перехресна бічна рентгенограма може допомогти показати повітряний стовп у дистальному відділі прямої кишки у невеликого відсотка пацієнтів, у яких клінічні дані не вказують на ймовірну аноректальну аномалію протягом 16–24 годин [10].

Пренатальна ультразвукова діагностика анорактальних вад розвитку є складним завданням і часто не береться до уваги, оскільки пряма візуалізація анального сфінктера зазвичай не виконується, а методика залежить від оператора і неточна, у тому числі в досвідчених руках. Інші непрямі ознаки, такі як переростання ректосигми або внутрішньопросвітні кальцифікації, іноді присутні на пізніх термінах вагітності. Виявлення кісти нижньої частини живота у першому триместрі може бути ранньою ознакою АВР [21]. УЗД черевної порожнини та промежини дозволяє встановити наявність сегмента прямої кишки, який сліпо закінчується, та встановити відстань між шкірою промежини та кишкою (вік дитини не менше ніж 18–24 год). УЗД нирок та сечового міхура, урологічні аномалії, перш за все дігностують гідроуретеронефроз, гідронефроз [22]. Пренатальна діагностика неперфорації заднього проходу не завжди можлива [23]. Тим не менш, усвідомлення стану та здатність розпізнавати найбільш типові ультразвукові знахідки при неперфорації заднього проходу може покращити швидкість виявлення.

Під час сонографічного спостереження дослідженні Yin Ch [24] виявили, що задній прохід плода з неперфорованим анусом представляє «лінійний знак». Відсутність «знака мішені», а потім наявність «знака лінії» може допомогти в діагностиці неперфорації заднього проходу. «Лінійний знак» можна використовувати як вторинну оцінку для визначення типу вади розвитку після відсутності візуалізації «цільового знака». Чим вище положення неперфорованого заднього проходу, тим очевидніший «знак лінії». Варто зазначити, що виявлення короткого «лінійного знака» та неправильного «цільового знака» не може ігнорувати низький неперфорований тип. У дослідженні [24] автори порівнювали сонографічні характеристики заднього проходу у нормальних плодів і плодів із неперфорованим анусом. Однак діагноз можна запідозрити за результатами сонографічного спостереження розширення товстої кишки в другому триместрі або після нього або за відсутністю типових анальних сонографічних проявів у третьому триместрі. Часто діагноз ставиться лише після народження [25, 26]. Lianli, et al [27] повідомили, що неперфорацію заднього проходу можна діагностувати за площею анального сфінктера, відстанню між анальним сфінктером і сідничною кісткою, відсутністю анального каналу та переднім і заднім розмірами прямої кишки. Brantberg, et al [28] повідомили про пренатальну ультразвукову діагностику неперфорації заднього проходу, засновану на непрямих

результатах, таких як аномально розширені дистальні сегменти кишки на початку другого триместру або наявність кальцифікованого внутрішньо просвітного меконію чи ентеролітіазу в другому та третьому триместрах. Незважаючи на прогрес ультразвукової технології, точна пренатальна діагностика в більшості випадків неможлива, і неперфорація заднього проходу виявляється після народження.

Для пацієнтів із загальним каналом більше 3 см зазвичай потрібна лапаротомія. Лапароскопічний аноректальний підхід полягає в мобілізації та виведенні прямої кишки через м'язи сфінктера тазового дна через мінімальний задній розріз. Часто піхву та сечовивідні шляхи необхідно відокремити, намагаючись збільшити довжину, а потім реконструювати уретру. Основним хірургічним завданням є відновлення піхви, уретри та пов'язаних з ними урологічних дефектів [10].

Ранні повідомлення про пренатальну діагностику ґрунтувалися на непрямих ознаках, таких як дилатація кишечника або внутрішньопросвітний звапнілий меконій, виявлений при пренатальному УЗД. Крім того, можна діагностувати неперфорацію заднього проходу безпосередньо, ідентифікуючи нормальний задній прохід, який виглядає як зовнішнє гіпоехогенне кільце з ехогенним центром [29, 30]. Lee, et al [31] навіть намагалися визначити тип неперфорованого заднього проходу з допомогою пренатального УЗД. Однак пренатальна діагностика неперфорації заднього проходу у плода жіночої статі все ще утруднена. Традиційно неперфорація заднього проходу діагностується за допомогою пренатального УЗД при виявленні наявності розширеного дистального відділу кишечника або прямої кишки або внутрішньопросвітнього меконіального звапніння або ентеролітіазу [32], проте його не завжди підозрюють за наявності нориці. Сканування в першому триместрі для виявлення різних ризиків вагітності повинно бути в змозі виявити багато структурних аномалій плода через обладнання з високою роздільною здатністю та близькістю структур плода до трансвагінального ультразвукового датчика.

Атрезія прямої кишки є рідкісною анорактальною вадою розвитку, що поєднує нормально розвинений задній прохід і атретичний сегмент прямої кишки. Неможливість відходження меконію у новонародженого з нормальним наявним анусом повинна призвести до подальших клінічних та радіологічних досліджень, результати яких є специфічними. Двадцятиденна дівчинка поступила з анамнезом хронічного блювання, відсутності меконію з народження та прогресуючого здуття живота [20]. При дослідженні промежини виявлено нормально розміщений задній прохід без нориці промежини. При введенні термометра в пряму кишку він зупиняється на 2 см від анального краю без вибухових випорожнень. Рентгенографія черевної порожнини показала сильно розтягнуту товсту кишку з порожиною тазу. Було проведено барієву клізму, яка показала атретичний нижній сегмент

прямої кишки з верхнім ректальним мішком і без нориці. Анастомоз «кінець у кінець» після задньої сагітальної аноректопластики виконано із задовільною еволюцією.

Результати дослідження Yuan, et al [34] в Китаї дозволяють відобразити моделі просторового розподілу аноректальної атрезії/стенозу. Вони мають важливе керівне значення для подальшого аналізу відповідних факторів навколишнього середовища щодо аноректальної атрезії/стенозу та для проведення регіонального моніторингу аноректальної атрезії/стенозу. Екстрофія клоаки є дуже складною анатомічною аномалією і однією з найскладніших для реконструкції вроджених аномалій. Визначається як дефект вентральної черевної стінки з омфалоцеле, а також екстрофією кишечника та сечового міхура. Омфалоцеле розташоване на верхній межі, тоді як оголена ілеоцекальна ділянка і сечовий міхур розташовані на нижній межі. Зона слизової оболонки кишечника розділяє міхур по серединній лінії з отвором сечоводу в кожному напівміхурі. Проксимальний кишковий отвір часто проліферує, роблячи загальний вигляд схожим на хобот слона. Дистальний відділ кишки являє собою сліпий мішок. Усі діти, народжені з екстрофією клоаки, мають неперфорований анус, а 85 % з них мають дефекти нервової перегородки [35].

*Лікування. Хірургічні процедури.* Усування аноректальної вади розвитку вимагає ретельної та делікатної техніки та хірурга з досвідом лікування цих дефектів. Задній сагітальний доступ є ідеальним методом визначення та усунення аноректальних аномалій. Проксимальна стома з'єднана з верхнім відділом шлунково-кишкового тракту відводить кал [36]. Дистальна стома, яку також називають слизовою норицею, з'єднана з прямою кишкою і дренує невелику кількість слизу.

Переваги колостоми:

- 1) вона дефункціонує лише невеликою ділянкою дистального відділу товстої кишки;
- 2) у випадках великих нориць прямої кишки, коли пацієнт пропускає сечу в кишечник, сеча легко виходить через слизову норицю, уникнення проблем гіперхлоремічного ацидозу через всмоктування сечі. Також можна уникнути інфекцій сечовивідних шляхів;
- 3) відносно легко промити та очистити ділянку товстої кишки, дистальніше колостоми;
- 4) легко виконати дистальну колостограму;
- 5) петля сигмоподібної кишки знаходиться дистальніше колостоми, що забезпечує достатню довжину, щоб досягти промежини під час остаточної процедури протягування;
- 6) відокремлені стоми запобігають розливу калу з проксимального відділу до дистального відділу кишечника, що дозволяє уникнути пошкодження дистального стільця та інфекцій сечовивідних шляхів;
- 7) існує низька частота пролапсу за допомогою цієї техніки [11].

Хірург повинен вирішити в період новонародженості, чи потребує дитина відведення калу за допомогою колостоми, чи можна пройти первинну процедуру відновлення. Існує широкий перелік творчих оперативних процедур, які використовуються для атрезії прямої кишки, що відображає великі труднощі, з якими стикаються при лікуванні цієї аномалії. Безпека хірургічної роботи у випадку задньої сагітальної аноректальної пластики при аноректальних мальформаціях повинна ґрунтуватися на точній трансопераційній локалізації нориць [36].

Колостомія, зазвичай виконують низхідну колостомію, тобто сформована з низхідної частини кишечника, яка виводиться на нижню ліву частину черевної порожнини [37]. Проксимальна стома зберігає анатомічну цілісність з верхнім шлунково-кишковим трактом та слугує для відведення калу. Поетапна хірургія, найбільш поширений підхід для лікування АВР, складається з трьох операцій: колостома при народженні, остаточна операція у віці 2–3 місяців і закриття колостоми у віці приблизно 6 місяців [38]. Задній доступ і пряма візуалізація дозволяють дізнатися про важливі анатомічні особливості. Наприклад, ректовагінальна фістула майже не існує, ретроспективно здається, що більшість раніше зареєстрованих випадків «ректовагінальної нориці» були неправильно діагностованими клоаками. Це твердження підтверджується досвідом авторів [10, 39, 40] щодо повторних операцій на клоаці, де було виявлено, що у більшості пацієнтів, які спочатку були прооперовані хірургом, який класифікував дефект як «ректовагінальна нориця», було відремонтовано лише ректальний компонент клоаки, зліва зі стійким урогенітальним синусом. Такі пацієнти стали класифікуватися як випадки «ректовагінальної нориці», а справжній діагноз клоаки став очевидним лише через багато років. Крім того, багатьом пацієнтам робили абдоміно-протягування «ректовагінальної нориці», а через роки їх направляли через нетримання калу. Коли цих дівчаток обстежили, було виявлено, що маленький мішечок того, що раніше було прямою кишкою, відкривається в присінок, що вказує на те, що ці пацієнтки народилися з ректовестибулярною норицею. Сама клоака являє собою спектр і, безумовно, не піддається класифікації «високий», «проміжний» і «низький» типи.

*Супутні дефекти сечостатевої системи.* Важливі супутні аномалії включають дефекти сечостатевої системи, які зустрічаються приблизно у 50 % усіх пацієнтів з аноректальними вадами розвитку. Всіх пацієнтів необхідно обстежити при народженні, щоб виключити один із цих дефектів, і найціннішим скринінговим тестом є УЗД органів черевної порожнини та малого таза. Урологічне обстеження перед колостомією надає хірургу необхідну інформацію для вирішення урологічної проблеми під час колостоми. Хірург повинен бути готовий виконати урологічне відведення, якщо це необхідно. На жаль, поширена помилка в діагности-



ці виникає під час огляду промежини, коли вважають, що дівчинка має «неперфорований анус із ректовагінальною норницею», тоді як насправді всі три структури, сечовивідні шляхи, піхва та пряма кишка, зустрічаються в одному каналі та у дитини є клоака. Наявність єдиного отвору промежини є клінічним свідченням наявності у пацієнта стійкої клоаки [15, 40].

Нориці промежини як у хлопчиків, так і у дівчаток традиційно називають «низькими» дефектами. У цих випадках пряма кишка відкривається в невеликий отвір, зазвичай стенозований і розташований попереду від центру сфінктера. Проста анопластика розширює стенозований отвір і переміщує отвір прямої кишки назад в межах сфінктерного комплексу. Норицю і нижню частину прямої кишки обережно розсікають, щоб забезпечити можливість мобілізації прямої кишки для розміщення назад у межах сфінктерного комплексу. Тіло промежини, ділянка, де була нориця, відновлюється кількома довготривалими розсмоктуючими швами [41].

Меконій зазвичай не спостерігається в промежині у дитини з прямокишково-промежинною норницею принаймні через 16–24 години. Здуття живота не розвивається протягом перших кількох годин життя і потрібне для проштовхування меконію через прямокишково-промежинну норицю, а також через сечову норицю. За пацієнтами, у яких є закріп необхідно завчасне лікування, а при перших ознаках закріпу починати прийом проносних засобів і дієти. Іноді запори стають настільки сильними, що у пацієнтів розвиваються хронічні фекальні скупчення та постійне забруднення [7]. Однак, якщо у пацієнта є сприятливий за прогнозом тип аноректальної аномалії, часто таке нетримання насправді є псевдонетриманням переповнення. У новонароджених з вродженими АВР та ускладненим передопераційним періодом (недоношеність, супутні вади розвитку, внутрішньоутробна інфекція тощо) клінічний перебіг захворювання характеризувався великою кількістю різноманітних післяопераційних ускладнень у порівнянні з дітьми без обтяжливого анамнезу. Загальний стан дітей даної групи був значно тяжчим, вони потребували більш тривалої та інтенсивної передопераційної підготовки [5]. Аноректальні вади розвитку часто зустрічаються з аномаліями різних типів. Більшість типів АВР можна визначити шляхом ретельного огляду промежини чи колостограми. Однак, деякі рідкісні варіанти важко класифікувати. Якщо аноректальні вади розвитку не діагностовані при народженні, зазвичай проявляються пізніше в житті з порушенням випорожнення. Довготривале лікування хронічних симптомів, пов'язаних з кишечником, і хірургічне втручання залежно від типу та тяжкості аноректальної вади розвитку залишаються основними методами лікування [18]. Рекомендується раннє розпізнавання та лікування дітей з аноректальними вадами розвитку, щоб запобігти сепсису та іншим захворюванням, пов'язаним з кишковою непрохідністю [41].

*Прогноз.* УЗД промежини та магнітно-резонансна томографія можуть бути використані для перевірки перед операцією точного співвідношення між анальним каналом і сфінктерами. Нетримання сечі та калу може виникнути навіть при відмінному анатомічному відновленні, в основному через асоційовані проблеми, такі як погано розвинений криж, недостатнє постачання нервів та аномалії спинного мозку. Нетримання сечі виникає у пацієнтів чоловічої статі з аноректальними вадами розвитку тільки тоді, коли у них дуже дефектна або відсутня крижова кістка, або коли основні принципи хірургічної корекції не дотримуються, а важливі нерви пошкоджені під час операції. У хворих з клоакою функціональний прогноз щодо досягнення континенції калу залежить від складності дефекту та стану хребта та крижів.

Прогноз у плода з неперфорованим анусом залежить від розташування ректального кінця, класифікованого як низький, проміжний і високий тип, а також від наявності іншого вродженого комплексу, такого як асоціація VACTERL, або анеуплоїдії, такої як трисомія 21 [28, 33]. Серед них проміжний/високий тип має ректоуретральну норицю, яка може призвести до внутрішньокішкового змішування меконію та сечі, що призводить до кальцифікації кишечника плода в розширеному кишечнику [42, 43]. З іншого боку, наявність кальцифікації кишечника плода означає, що може бути ректоуретральна нориця, що вказує на неперфорацію заднього проходу середнього/високого типу [44].

Пацієнти з аноректальною мальформацією потребують тривалого спостереження, щоб оцінити утримання калу. Специфічні дефекти сфінктера ануса можна досліджувати за допомогою манометрії, що дозволяє розробити індивідуальні стратегії управління кишечником [45]. Ректоперінеальні вроджені аноректальні вади розвитку діагностуються шляхом огляду промежини в поєднанні з електростимуляцією анального сфінктера, що виконується під наркозом. Тривимірна аноректальна манометрія високої роздільної здатності дозволяє провести діагностику ректоперінеальних форм [46]. Новонароджені, які народилися з незначним зміщенням прямопромежинної нориці часто мають сильний закріп пізніше в житті [47, 48]. Діагностика цих форм може бути складною, оскільки вихідний отвір кишечника присутній у промежині. При візуальному огляді не завжди зрозуміло, чи вихідний отвір розташований у центрі чи розташований (частково) за межами сфінктерного комплексу. Таким чином, діагноз і рекомендації щодо лікування ґрунтуються виключно на візуальному огляді дитячим хірургом локалізації анальної нориці по відношенню до скорочувальної здатності анального сфінктера.

У системному огляді та метаналізі [49] узагальнено результати 37 епідеміологічних досліджень зв'язку між прийомом медичних препаратів матер'ю та немовлятами, народженими з аноректальною вадою розвитку, про які повідомлялося в період з 1977 року по квітень 2017 року. Більшість дослі-

джен було проведено в Сполучених Штатах. Кількість випадків коливалася від шести випадків АВР у дослідженні Bonnot, et al. [50] до 799 випадків АВР у дослідженні Furu, et al [51]. Дослідження також були неоднорідними щодо періоду вживання медичних препаратів, вибору контрольної групи та коригування коваріантів. Менше половини досліджень класифікували введений медичний препарат за міжнародною класифікацією або пов'язували ліки зі словником [52, 53, 54].

Мета-аналіз проводився для медичних препаратів, про які повідомлялося принаймні в трьох дослідженнях, тобто використання матір'ю фолієвої кислоти, полівітамінів, будь-яких протиастматичних препаратів, будь-яких селективних інгібіторів зворотного захоплення серотоніну, антидепресантів, циталопраму, а також снодійних бензодіазепінів. Респіраторне захворювання матері є териконцепційним фактором ризику, але залишається незрозумілим, чи є фактором ризику хвороба чи медикаментозне лікування (агенти чи добавки). Необхідні подальші багатоцентрові дослідження або дослідження на основі реєстру, щоб з'ясувати роль прийому матір'ю медичних препаратів у розвитку АВР. Martynov, et al [9] провели бібліометричний аналіз оригінальних наукових статей про АВР, який важливий для клініцистів і науковців, щоб зрозуміти глобальну дослідницьку діяльність на цю тему.

Незважаючи на хірургічну корекцію, у дітей з аноректальними вадами розвитку може спостерігатися довготривала дисфункція кишечника, включаючи нетримання калу та/або порушення евакуації. Аноректальна манометрія є найбільш широко використовуваним тестом аноректальної функції [16]. Хоча значна увага приділялася його застосуванню в когорті аноректальних вад розвитку, було небагато спроб консолідувати отримані результати.

У систематичному огляді Hannah, et al [55] мали на меті узагальнити та оцінити наявні дані щодо результатів аноректальної манометрії у дітей після лікування аноректальної вади розвитку та оцінити використання протоколів манометрії, включаючи обладнання, підхід до оцінки та інтерпретацію. У огляді підкреслено поширену відсутність стандартизації в процедурі аноректальної манометрії, яка використовується для оцінки аноректальної функції у дітей після відновлення аноректальної вади розвитку. Сканування в першому триместрі для виявлення різних ризиків вагітності повинно мати можливість виявити багато струк-

турних аномалій плода через обладнання з високою роздільною здатністю та близькістю структур плода до трансвагінального ультразвукового датчика [56]. Плановий фізикальний огляд новонародженого повинен включати огляд заднього проходу і визначення його положення, відношення до зовнішнього сфінктера і діаметру. Правильний діагноз і використання представленої термінології дозволить уникнути неправильної класифікації та дозволить розпочати правильне лікування. Це забезпечить надійне порівняння різних методів лікування та результатів цих когорт пацієнтів у майбутньому [57].

Отже, кращі методи візуалізації та знання ембріології, морфології та фізіології тазових структур при народженні можуть покращити діагностику та початкове лікування, а аналіз великих груп пацієнтів дозволяє краще передбачити пов'язані з ними аномалії та функціональний прогноз. Лікар завдяки може діагностувати неперфорований анус, виконавши фізичний огляд після народження. Рентген черевної порожнини та ультразвукове дослідження органів черевної порожнини допомагають виявити ступінь аномалій.

## ВИСНОВКИ

Аноректальні аномалії розвитку включають широкий спектр, при яких атрезія або стеноз можуть охоплювати не тільки задній прохід або сегмент прямої кишки, але поєднуватися з внутрішньою аномалією, яка може бути набагато складнішою, або ж асоціюватися з норицями. У хлопчиків шлях нориці може з'єднуватися з сечовидільною системою, а у дівчаток – з гінекологічними структурами. Вади викликані порушенням відкриття дистального відділу товстої кишки через відсутності реканалізації органу, але дуже ймовірно, що генетичні фактори відіграють певну роль у їх розвитку. Пацієнти з таким діагнозом не мають нормального анального отвору, натомість тракт нориці відкривається на промежину попереду від анального м'язового комплексу або в суміжні анатомічні структури. Стандартним лікуванням високого та середнього ступеня аноректальних вад розвитку є поетапний підхід, тобто хірургічна корекція на різних етапах залежно від форми. При високих формах атрезії оперативне лікування виконують наприкінці першої доби життя дитини. При низькій атрезії без нориці – проміжна проктопластика.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Антоноук, О. П. Формування клоаки і закладка сфінктерів прямої кишки. *Весняні анатомічні читання. Збірник статей науково-практичної конференції присвяченої пам'яті доцента Колесова М. А. 27 травня 2016*, Гродно. Гр. ГМУ, 2016, С. 5–12.
2. Веселий, С. В.; Кліманський, Р. П. Результати хірургічного лікування аноректальних вад розвитку у дітей. *Клінічна хірургія*. 2018, 85(11). С. 53–56. doi: 10.26779/2522-1396.2018.11.53.
3. Дзам, О. П.; Слепов, О. К. Актуальні проблеми класифікації аноректальних вад розвитку в дітей у сучасних умовах (огляд літератури). *Хірургія дитячого віку*. 2020. № 3 (68). С. 41–48.
4. Дольницький, О. В.; Галаган, В. О.; Ромадіна, О. В. Природжені вади розвитку. *Основи діагностики та лікування*. Київ, 2009. 1040 с. <https://www.olx.ua/d/obyavlenie/dolnitskiy>.
5. Ембріологічний словник / за заг. редакцією проф. В. С. Пикалока. Сімферополь-Чернівці, 2013. 256 с.
6. Пикалюк, В. С.; Османов, А. Ю. Філо- онтогенез органів і систем людини. Сімферополь: Доля, 2011. 312 с.
7. Природжені вади розвитку людини. Загальні положення тератології: навчальний посібник / Т. М. Бойчук, І. Ю. Олій-

- ник, О. П. Антонюк, В. С. Пикалюк. Чернівці: Медуніверситет, 2015. 361с.
8. Тератологічний тлумачний словник / уклад.: В. С. Пикалюк. Луцьк: Вежа-Друк, 2019. 576 с.
  9. Amerstorfer, E. E.; Schmiedeke, E.; Samuk, I.; Sloots, C. E.; van Rooij, I. A.; Jenetzky, E., ... & ARM-Net Consortium. Clinical differentiation between a normal anus, anterior anus, congenital anal stenosis, and perineal fistula: definitions and consequences—the ARM-Net consortium consensus. *Children*, 9(6), 2022. P. 831. doi: 10.3390/children9060831.
  10. Aziz, M. A. Prenatal diagnosis of rare cloacal exstrophy: a case report. *Annals of Medicine and Surgery*, 2022. 81, P. 104436. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104436.
  11. Benninga, M.; Candy, D. C.; Catto-Smith, A. G.; Clayden, G.; Loening-Baucke, V.; Di Lorenzo, C., ... & Staiano, A. The Paris consensus on childhood constipation terminology (PACCT) group. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 2005. 40(3), P. 273–275. doi: 10.1097/01.mpg.0000158071.24327.88.
  12. Bonnot, O.; Vollset, S. E.; Godet, P. F.; D'Amato, T., & Robert, E. Maternal exposure to lorazepam and anal atresia in newborns: results from a hypothesis-generating study of benzodiazepines and malformations. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 2001. 21(4), P. 456–458.
  13. Brantberg, A.; Blaas, H. G.; Haugen, S. E.; Isaksen, C. V., & Eik-Nes, S. H. Imperforate anus: a relatively common anomaly rarely diagnosed prenatally. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*, 2006. 28(7), P. 904–910. doi: 10.1002/uog.3862.
  14. Browne, M. L.; Rasmussen, S. A.; Hoyt, A. T.; Waller, D. K.; Druschel, C. M.; Caton, A. R., ... & Romitti, P. A. Maternal thyroid disease, thyroid medication use, and selected birth defects in the National Birth Defects Prevention Study. *Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology*, 2009. 85(7), P. 621–628.
  15. Caruso, A. M.; Bommarito, D.; Girgenti, V.; Amato, G.; Calabrese, U.; Figuccia, A., ... & Di Pace, M. R. Evaluation of Anal Sphincter with High Resolution Anorectal Manometry and 3D Reconstruction in Patients with Anorectal Malformation. *Children*, 2023. 10(6), P. 1037. doi: 10.3390/children10061037.
  16. Chao, A. S.; Chang, Y. L., & Hsieh, P. C. Prenatal diagnosis of congenital megalourethra with imperforate anus. *BMC pediatrics*, 2019. 19(1), P. 1–4. doi: 10.1186/s12887-019-1510-y.
  17. Choi, Y. H.; Kim, I. O.; Cheon, J. E.; Kim, W. S., & Yeon, K. M. Imperforate anus: determination of type using transperineal ultrasonography. *Korean Journal of Radiology*, 2009. 10(4), P. 355–360. doi: 10.3348/kjr.2009.10.4.355.
  18. Den Hollander, V. E.; Gerritsen, S.; van Dijk, T. H., & Trzpis, M. Anorectal Malformation with Anorectal Manometry: A Prospective Study. *Am J Gastroenterol*. 2023, 118(3). P. 546–502. doi: 10.14309/ajg.0000000000002121.
  19. Erculiani, M.; Trovalusci, E.; Zanatta, C.; De Lorenzis, M. S.; Filippi, E.; Bracalente, G., & Midrio, P. First trimester lower abdominal cysts as early predictor of anorectal malformations. *Journal of Ultrasound*, 2023. 26(2), P. 543–548.
  20. Evans-Barns, H. M.; Tien, M. Y.; Trajanovska, M.; Safe, M.; Hutson, J. M.; Dinning, P. G., & King, S. K. Post-Operative Anorectal Manometry in Children following Anorectal Malformation Repair: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 2023. 12(7), P. 2543. doi: 10.3390/jcm12072543. <https://med-expert.com.ua/journals/wp-content/>
  21. Furu, K.; Kieler, H.; Haglund, B.; Engeland, A.; Selmer, R.; Stephansson, O., ... & Nørgaard, M. Selective serotonin reuptake inhibitors and venlafaxine in early pregnancy and risk of birth defects: population based cohort study and sibling design. *bmj*, 2015. 350. P. 1798. doi: 10.1136/bmj.h1798.
  22. Gardikis, S.; Antypas, S.; Mamoulakis, C.; Demetriades, D.; Dolatzas, T.; Tsalkidis, A., ... & Simopoulos, C. Colostomy type in anorectal malformations: 10-years experience. *Minerva pediatrica*, 2004. 56(4), P. 425–429. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15457140>
  23. Garne, E.; Hansen, A. V.; Morris, J.; Zaupper, L.; Addor, M. C.; Barisic, I., ... & Dolk, H. Use of asthma medication during pregnancy and risk of specific congenital anomalies: a European case-malformed control study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2015. 136(6), P. 1496–1502. doi:10.1016/j.jaci.2015.05.043.
  24. Haber, H. P.; Warmann, S. W., & Fuchs, J. Transperineal sonography of the anal sphincter complex in neonates and infants: differentiation of anteriorly displaced anus from low-type imperforate anus with perineal fistula. *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*, 2008. P. 383–387.
  25. Jonker, J. E.; Trzpis, M., & Broens, P. M. Underdiagnosis of mild congenital anorectal malformations. *The Journal of pediatrics*, 2017. 186, P. 101–104. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.03.054.
  26. Khatib, N.; Belossesky, R.; Marwan, O., & Weiner, Z. Fetal bowel calcifications: a sign of anal atresia with rectourethral fistula. *Journal of Clinical Ultrasound*, 2010. 38(6), P. 332–334. doi: 10.1002/jcu.20706
  27. Kim, H. M.; Cha, H. H.; Kim, J. I.; Seong, W. J.; Park, S. H., & Kim, M. J. The diagnosis of an imperforate anus in female fetuses. *Yeungnam University Journal of Medicine*, 2021. 38(3), P. 240–244.
  28. Kruepunga, N.; Hikspoors, J. P.; Mekonen, H. K.; Mommen, G. M.; Meemon, K.; Weerachatyankul, W., ... & Lamers, W. H. The development of the cloaca in the human embryo. *Journal of anatomy*, 2018. 233(6), P. 724–739. doi: 10.1111/joa.12882.
  29. Laamrani, F. Z., & Dafiri, R. Rectal atresia: a rare cause of failure to pass meconium. *Pan African Medical Journal*, 2014. 19(1). P. 198. doi: 10.11604/pamj.2014.19.198.4057.
  30. Lam, Y. H.; Shek, T., & Tang, M. H. Y. Sonographic features of anal atresia at 12 weeks. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2002. 19(5), P. 523–524. doi: 10.1046/j.1469-0705.2002.00694.x.
  31. Lawal, T. A. Overview of anorectal malformations in Africa. *Frontiers in surgery*, 6, P. 7.
  32. Lee, M. Y.; Won, H. S.; Shim, J. Y.; Lee, P. R.; Kim, A.; Lee, B. S., ... & Cho, H. J. Sonographic determination of type in a fetal imperforate anus. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2016. 35(6), P. 1285–1291. doi: 10.7863/ultra.15.08056.
  33. Levitt, M. A., & Peña, A. Anorectal malformations. *Orphanet journal of rare diseases*, 2007. 2(1), P. 1–13.
  34. Levitt, M. A., & Peña, A. Pitfalls in the management of newborn cloacas. *Pediatric surgery international*, 2005. 21, P. 264–269. doi: 10.1007/s00383-005-1380-2.
  35. Levitt, M. A.; Stein, D. M., & Pena, A. Gynecologic Concerns in the Treatment of Teenagers With Cloaca. *The Journal of Urology*, 1999. 161(4), P. 1407–1407. doi: 10.1016/S0022-3468(98)90429-8.
  36. Lubusky, M.; Prochazka, M.; Dhaifalah, I.; Horak, D.; Geierova, M., & Santavy, J. Fetal enterolithiasis: prenatal sonographic and MRI diagnosis in two cases of urorectal septum malformation (URSM) sequence. *Prenatal Diagnosis: Published in Affiliation With the International Society for Prenatal Diagnosis*, 2006. 26(4), P. 345–349. doi: 10.1002/pd.1415.
  37. Martynov, I.; Feng, X.; Duess, J. W.; Gosemann, J. H.; Lacher, M., & Mayer, S. Global development of research on anorectal malformations over the last five decades: a bibliometric analysis. *Children*, 2022. 9(2), P. 253. doi: 10.3390/children902025.
  38. Matsumaru, D.; Murashima, A.; Fukushima, J.; Senda, S.; Matsushita, S.; Nakagata, N., ... & Yamada, G. Systematic stereoscopic analyses for cloacal development: The origin of anorectal malformations. *Scientific reports*, 2015. 5(1), P. 13943. doi: 10.1038/srep13943.
  39. McHugh, K.; Dudley, N. E., & Tam, P. Pre-operative MRI of anorectal anomalies in the newborn period. *Pediatric radiology*, 1995. 25, P. 33–36. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8577548>.
  40. Moaddab, A.; Sananes, N.; Hernandez-Ruano, S.; Werneck Britto, I. S.; Blumenfeld, Y.; Stoll, F., ... & Ruano, R. Prenatal diagnosis and perinatal outcomes of congenital megalourethra: a multicenter cohort study and systematic review of the literature. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2015. 34(11), P. 2057–2064. doi: 10.7863/ultra.14.12064.
  41. Ochoa, J. H.; Chiesa, M.; Vildoza, R. P.; Wong, A. E., & Sepulveda, W. Evaluation of the perianal muscular complex in the prenatal diagnosis of anorectal atresia in a high-risk population. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*, 2012. 39(5), P. 521–527. doi: 10.1002/uog.9083.
  42. Peña, A.; Migotto-Krieger, M., & Levitt, M. A. Colostomy in anorectal malformations: a procedure with serious but

- preventable complications. *Journal of pediatric surgery*, 2006. 41(4), P. 748–756. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2005.12.021.
43. Ples, L.; Chicea, R.; Poenaru, M. O.; Neacsu, A.; Sima, R. M., & Micu, R. Can anorectal atresia be diagnosed in the first trimester of pregnancy? A systematic literature review. *Medicina*, 2020. 56(11), P. 583. doi: 10.3390/medicina56110583.
  44. Pohl-Schickinger, A.; Henrich, W.; Degenhardt, P.; Bassir, C., & Hüseman, D. Echogenic foci in the dilated fetal colon may be associated with the presence of a rectourinary fistula. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2006. 28(3), P. 341–344. doi: 10.1002/uog.2852.
  45. Polen, K. N.; Rasmussen, S. A.; Riehle-Colarusso, T.; Reefhuis, J., & National Birth Defects Prevention Study. Association between reported venlafaxine use in early pregnancy and birth defects, national birth defects prevention study, 1997–2007. *Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology*, 2013. 97(1), P. 28–35. doi: 10.1002/bdra.23096.
  46. Rintala, R. J.; & Lindahl, H. G. Fecal continence in patients having undergone posterior sagittal anorectoplasty procedure for a high anorectal malformation improves at adolescence, as constipation disappears. *Journal of pediatric surgery*, 2001. 36(8), P. 1218–1221. doi: 10.1053/jpsu.2001.25766.
  47. Saeed, S.; Khalid, A. R.; Farhan, M.; Basit, J.; Tousif, K.; Haider, T., ... & Rehman, M. E. U. Epidemiological Comparison of Anorectal Malformation With Other Gastrointestinal Abnormalities in Patients in the Pediatric Ward. *Cureus*, 2022. 14(3). P. 23136.
  48. Taipale, P.; Rovamo, L., & Hiilesmaa, V. First-trimester diagnosis of imperforate anus. *Ultrasound in obstetrics & gynecology*, 2005. 25(2), P. 187–188. doi: 10.1002/uog.1832.
  49. Tofft, L.; Salö, M.; Ambjörnsson, E., & Stenström, P. Accuracy of pre-operative fistula diagnostics in anorectal malformations. *BMC pediatrics*, 2021. 21(1), P. 283. doi: 10.1186/s12887-021-02761-6.
  50. Toshimitsu, M.; Iriyama, T.; Sayama, S.; Suzuki, K.; Kakiuchi, S., Ichinose, M., ... & Osuga, Y. A Fetus with Imperforate Anus Developing Pulmonary Hypoplasia Triggered by Transient Urethral Obstruction. *Case Reports in Obstetrics and Gynecology*, 2021, P. 1–5. doi: 10.1155/2021/9950578.
  51. Upadhyaya, V. D.; Gangopadhyay, A. N.; Srivastava, P.; Hasan, Z., & Sharma, S. P. Evolution of management of anorectal malformation through the ages. *The Internet Journal of Surgery*, 2008. 17(1). P. 1–17. doi:10.5580/236.
  52. Vinluan, M. L.; Olveda, R. M.; Ortanez, C. K.; Abellera, M.; Olveda, D. U.; Chy, D. C., & Ross, A. G. Access to essential paediatric surgery in the developing world: a case of imperforate anus with rectovaginal and rectocutaneous fistulas left untreated. *Case Reports*, 2015, bcr2015210084.
  53. Wood, R. J., & Levitt, M. A. (2018). Anorectal malformations. *Clinics in colon and rectal surgery*, 31(02), P. 61–70.
  54. Yang, G.; Wang, Y., & Jiang, X. Imperforate anus with rectopenile fistula: a case report and systematic review of the literature. *BMC pediatrics*, 2016. 16(1), P. 1–6. doi: 10.1186/s12887-016-0604-z.
  55. Yin, C.; Tong, L.; Nie, D.; Fei, Z.; Tan, X., & Ma, M. Significance of the 'line sign' in the diagnosis of congenital imperforate anus on prenatal ultrasound. *BMC pediatrics*, 2022. 22(1), P. 1–8. doi: 10.1186/s12887-021-03084-2.
  56. Yuan, P.; Qiao, L.; Dai, L.; Wang, Y. P.; Zhou, G. X.; Han, Y., ... & Zhu, J. Spatial distribution patterns of anorectal atresia/stenosis in China: Use of two-dimensional graph-theoretical clustering. *World journal of gastroenterology: WJG*, 2009. 15(22), P. 2787–2793.
  57. Zwink, N., & Jenetzky, E. Maternal drug use and the risk of anorectal malformations: systematic review and meta-analysis. *Orphanet journal of rare diseases*, 2018. 13(1), P. 1–23. doi: 10.1186/s13023-018-0789-3.



## Вплив алкоголю на скорочувальну функцію повільних та швидких м'язів: огляд

Алевтина Моренко, Влада Колеснікова

*Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна*

Адреса для листування: [alevmore@gmail.com](mailto:alevmore@gmail.com)

Отримано: 22.09.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Скелетні м'язи в основному складаються з двох типів м'язових волокон: повільно скорочувальних волокон і швидко скорочувальних волокон. Волокна, що повільно скорочуються, мають високу окислювальну здатність і стійкість до втоми, тоді як волокна швидкого типу пов'язані з високоінтенсивними короткотривалими вправами. Алкоголь негативно впливає на обидва типи м'язових волокон. В експериментах із щурами вплив алкоголю приводив до змін активності креатинкінази як у швидко скорочуваних, так і у повільно скорочуваних м'язах. Вплив алкоголю в низькій концентрації підвищував активність даного ферменту у швидко скорочуваних м'язах, але знижував активність креатинкінази у повільно скорочуваних м'язах. Проте, висока концентрація алкоголю знижувала активність креатинкінази в обох типах м'язів.

Алкоголь впливає на окислювальну здатність м'язів. В низькій концентрації він підвищував окислювальну здатність м'язів, тоді як у високій концентрації він її знижував у швидко скорочуваних м'язах.

М'язові волокна типу II демонструють знижену витривалість і меншу щільність мітохондрій. Отже, вони переважно генерують енергію шляхом гліколізу, що призводить до підвищених рівнів активних форм кисню. Слід ві, що в м'язових волокнах типу II ефективність антиоксидантних захисних механізмів для врівноваження підвищення виробництва АФК може бути відносно знижена, що робить їх більш сприйнятливими до окисного стресу. Ця схильність, у свою чергу, може привести до окислювального пошкодження, порушення скорочувальної функції та потенційно м'язової втоми та травм.

**Ключові слова:** етанол, хронічна алкоголізація, повільно скорочувальні м'язи, швидко скорочувальні м'язи.

## Effects of alcohol on the contractile function of slow and fast muscles: a review

Alevtina Morenko, Vlada Kolesnikova

*Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine*

Correspondence: [alevmore@gmail.com](mailto:alevmore@gmail.com)

**Abstract.** Skeletal muscle primarily consists of two types of muscle fibers: slow-twitch fibers and fast-twitch fibers. Slow-twitch fibers possess high oxidative capacity and resistance to fatigue, whereas fast-twitch fibers are associated with high-intensity, short-duration exercises. Studies have revealed that alcohol exerts negative effects on both types of muscle fibers. In rat experiments, alcohol exposure resulted in alterations in creatine kinase (CK) activity in both fast-twitch and slow-twitch muscles. Low concentration alcohol exposure increased CK activity in fast-twitch muscles but decreased CK activity in slow-twitch muscles. However, high concentration alcohol reduced CK activity in both muscle types. Furthermore, alcohol exposure was found to induce changes in muscle fiber types. Additionally, alcohol exposure affected the oxidative capacity of muscles. Low concentration alcohol exposure enhanced muscle oxidative capacity, while high concentration alcohol exposure decreased oxidative capacity in fast-twitch muscles.

Overall, this study indicates that alcohol intake has detrimental effects on skeletal muscle fibers and functionality. Alcohol leads to muscle fiber type transitions, decreased CK activity, and impaired oxidative capacity. These findings suggest the adverse impact of alcohol on muscle health, particularly its pronounced effects on fast-twitch fibers. These discoveries contribute to a deeper understanding of the mechanisms through which alcohol affects muscle and emphasize its detrimental effects on overall physical well-being.

**Key words:** ethanol, chronic alcoholization, slow contractile muscles, fast contractile muscles.

## ВСТУП

У лабораторних щурів скелетні м'язи можна класифікувати на два типи: швидко скорочувальні та повільно скорочувальні. Швидко скорочувальні волокна в основному використовуються для швидких, потужних і вибухових рухів, таких як спринт і стрибки. Ці м'язові волокна характеризуються високою швидкістю скорочення і енерговитратами, але схильні до втоми. У лабораторних щурів до категорії швидко скоротливих належать такі м'язи: довгий розгинач пальців (EDL), литковий м'яз, м'язи передпліччя, квадрицепс/чотириголовий м'яз стегна, підшовний м'яз.

З іншого боку, повільні волокна підходять для вправ на витривалість, таких як довготривалі навантаження і підтримання постави. Ці м'язові волокна мають меншу швидкість скорочення, менші витрати енергії та вищу витривалість. У лабораторних щурів такі м'язи зазвичай класифікуються як повільно скорочувальні: камбалоподібний м'яз, найширший м'яз спини, дельтоподібний м'яз, великий сідничний м'яз, трапецієподібний м'яз.

Слід зазначити, що деякі м'язи можуть містити різні типи м'язових волокон залежно від їх функції та фізіологічних особливостей. Крім того, можуть бути відмінності між різними штамами та окремими особами. Підсумовуючи, перераховані вище м'язи є типовими прикладами швидко скорочувальних і повільно скорочувальних м'язів у лабораторних щурів.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі проведено науковий аналіз даних оригінальних дослідницьких публікації у [PubMed] за останні двадцять років.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### *Різна реакція двох типів м'язових волокон на вживання алкоголю*

Міопатія, спричинена алкоголем, – це захворювання, яке викликає м'язову слабкість, що характеризується зменшенням сухої маси тіла та порушенням функції м'язів. Скелетні м'язи в основному складаються з двох типів м'язових волокон: типу I і типу II. Волокна типу I, також відомі як волокна з повільним скороченням, характеризуються високою окислювальною здатністю, високою щільністю капілярів і діяльністю на основі витривалості. Вони мають більш високу стійкість до втоми та містять ізоформу I важкого ланцюга міозину (MHC), що надає їм характеристики повільного скорочення та стійкості до втоми. З іншого боку, волокна типу II або швидкі волокна можна додатково розділити на волокна типу IIa, IIx і IIb. Ці волокна демонструють нижчу окислювальну здатність, знижену щільність капілярів і пов'язані з анаеробною або інтенсивною діяльністю. Вони

відповідають за генерацію швидких і потужних скорочень і беруть участь у таких видах діяльності, як спринт і важка атлетика. Кожен тип волокон типу II містить певну ізоформу MHC (IIa, IIx або IIb), яка визначає їх характеристики скорочення.

Було встановлено, що алкоголь негативно впливає на обидва типи м'язів, порушуючи їх скорочувальні характеристики. Це приводить до зниження м'язової сили та погіршує синтез м'язового білка, який є вирішальним для росту та відновлення м'язів. Ці ефекти приводять до м'язової слабкості та зниження загальної продуктивності м'язів. Крім того, алкоголь також впливає на повільні волокна, хоча конкретні механізми можуть відрізнятися. Тривале вживання алкоголю пов'язане з атрофією м'язів і зменшенням розміру повільних волокон. Крім того, алкоголь погіршує енергетичний метаболізм повільних волокон, що може привести до зниження витривалості та стійкості до втоми. Доведено, що вживання алкоголю впливає на склад і метаболізм м'язових волокон як I, так і II типу. Дослідження показали значніший вплив на волокна типу II, викликаючи їх перехід до більш окислювального фенотипу, подібного до характеристик волокон типу I. Ця трансформація волокон, викликана алкоголем, пов'язана зі зменшенням кількості волокон типу IIb і збільшенням кількості волокон типу IIa. Волокна типу II переважно беруть участь в анаеробних або інтенсивних навантаженнях, характеризуються швидкою швидкістю скорочення та нижчою окислювальною здатністю. Тривале вживання алкоголю приводить до змін у профілі експресії ізоформ MHC у волокнах типу II, сприяючи експресії ізоформи типу IIa та зменшуючи присутність ізоформи типу IIb. Дослідження показують, що цей перехід типу волокон може бути опосередкований змінами в експресії генів скелетних м'язів.

Тривале вживання етанолу приводить до змін у профілях експресії генів, що викликає зміни білкового складу та метаболізму. Специфічні гени, відповідальні за цю трансформацію, не були повністю визначені, але вважається, що експресія ізоформ MHC регулюється через активацію специфічних факторів транскрипції. Транскрипційні фактори, такі як фактор енансера міоцитів 2 (MEF2) і міогенні регуляторні фактори (MRF), включаючи MyoD і Myogenin, відіграють вирішальну роль у регуляції експресії генів, специфічних для типу м'язового волокна. Тривале вживання алкоголю може впливати на активність цих факторів транскрипції, тим самим впливаючи на експресію ізоформ MHC і сприяючи переходу до м'язових волокон типу II.

Крім того, спричинені алкоголем зміни в експресії генів можуть впливати на інші аспекти метаболізму та структури м'язів. Вживання алкоголю може вплинути на гени, що кодують білки, що беруть участь у структурі м'язових волокон, вуглеводному або ліпідному обміні та організації цитоскелета. Ці зміни в експресії генів можуть додатково сприяти фенотиповим змінам, які спосте-

рігаються при міопатії, спричиненій алкоголем, особливо в м'язових волокнах типу II [5].

Trounce I та його колеги [11] провели дослідження, щоб виявити вплив алкогольного сп'яніння на м'язи, що швидко скорочуються. Їх результати показали, що хронічна алкогольна міопатія в основному проявляється як атрофія м'язових волокон типу Ів. Було виявлено, що ця атрофія пов'язана зі значним зниженням рівня гліколітичних ферментів, зокрема альдолази, піруваткінази та лактатдегідрогенази. Докази рабдоміолізу, що характеризується руйнуванням м'язових волокон, спостерігалися в деяких випадках у тварин, які вживали алкоголь. Характерними ознаками цього стану були: некроз волокон, підвищення рівня креатинкінази в плазмі крові та тимчасове підвищення рівня міоглобіну в плазмі. Для цього дослідження використовували самців щурів Sprague-Dawley, які отримували стандартну дієту з додаванням етанолу в питну воду. Концентрацію етанолу поступово збільшували протягом чотирьох тижнів. Біохімічні дослідження передбачали вимірювання частоти дихання та вмісту цитохрому в ізольованих інтактних мітохондріях, а також визначення різних гліколітичних ферментів у гомогенатах м'язів. Морфологічні дослідження включали фарбування та дослідження зразків м'язів за допомогою різних гістологічних методів. Було припущено, що гострий рабдоміоліз потенційно може виникнути внаслідок одночасної мітохондріальної дисфункції.

У 1995 році Amaladevi та ін. [2] провели дослідження з метою вивчення впливу алкоголю на м'язах-розгиначів пальців (EDL) і камбалоподібних м'язах, які пов'язані зі швидкими та повільними скороченнями відповідно у щурів. Одним з основних показників, досліджених у цьому експерименті, був рівень креатинкінази (КК). Для проведення дослідження науковці виділили EDL і камбалоподібний м'яз у щурів після анестезії та ампутації в ділянці стегна. Розділення EDL (швидкого скорочення) і камбалоподібного (повільного скорочення) м'язів проводили з особливою обережністю, щоб зберегти цілісність м'язових волокон. Потім ізольовані м'язи поміщали в окремі культуральні пробірки та піддавали різним експериментальним умовам, де їх інкубували у фізіологічно відповідних розчинах з різними концентраціями спирту (0,1 %, 0,2 % та 0,5 %). Зразки м'язів збирали через різні проміжки часу для визначення КК. Результати показали значне збільшення витоку СК як у EDL, так і в камбалоподібних м'язах під час дії концентрацій етанолу в діапазоні від 0,1% до 0,5%. Це свідчить про прямий вплив алкоголю на волокна скелетних м'язів, що приводить до підвищеного вивільнення КК. Цікаво, що дослідження також продемонструвало більш високу швидкість витоку КК у камбалоподібних м'язах порівняно з м'язами EDL, що вказує на відмінну реакцію між повільними та швидкими скорочувальними волокнами.

Крім того, Amaladevi та його колеги досліджували вплив електричної стимуляції на витік КК у

м'язах. М'язи електрично стимулювали за допомогою прямокутних імпульсів із частотою 1 Гц, що викликало значне збільшення витоку СК як у EDL, так і в камбалоподібних м'язах. Примітно, що швидкість витоку СК виявилася вищою в м'язах EDL, ніж у камбалоподібних м'язах, що вказує на різну швидкість реакції швидких та повільних волокон. Щоб оцінити взаємодію між алкоголем і електростимуляцією, дослідники одночасно піддавали м'язи впливу етанолу та електростимуляції. Висновки показали, що поєднання етанолу та електричної стимуляції призвело до більшого збільшення витоку СК порівняно з використанням кожного фактора окремо [2].

Це свідчить про додатковий ефект етанолу та електричної стимуляції на посилення витоку КК з м'язів. Порівнюючи вплив алкоголю на волокна, що швидко скорочуються, і волокна, що скорочуються повільно, дослідження виявило, що сам алкоголь спричиняв більший витік КК у повільних камбалоподібних м'язах порівняно з витоком КК у швидких м'язах довгого розгинача пальців (EDL). Навпаки, електрична стимуляція спричинила подібне збільшення витоку СК як у EDL, так і в камбалоподібних м'язах. Це вказує на те, що алкоголь та електрична стимуляція можуть впливати на витік КК через різні механізми. Результати дослідження мають кілька наслідків. По-перше, прямий вплив алкоголю на скелетні м'язи підвищує витік КК, особливо в повільних волокнах. Це узгоджується з клінічними спостереженнями, які вказують на зниження активності окисного ферменту в м'язових волокнах типу I у пацієнтів, які страждають на гостру алкогольну міопатію. Крім того, дослідження показує, що алкоголь може привести до більшої шкоди м'язовим волокнам, що повільно скорочуються, потенційно спричиняючи рабдоміоліз, який характеризується розпадом волокон скелетних м'язів і вивільненням КК і міоглобіну в кров. По-друге, дослідження підкреслює важливість тривалого скорочення м'язів у збільшенні витоку КК. Електростимуляція м'язів значно підвищила витік КК, підкреслюючи, що тривале скорочення може привести до пошкодження м'язів. Цей висновок узгоджується з попередніми дослідженнями, які демонструють підвищення рівня креатинкінази в плазмі крові у людей і тварин після тривалих ізометричних вправ. Отже, особи, які беруть участь у повторюваних скороченнях м'язів, наприклад, спортсмени або, можливо, особи з історією надмірного споживання алкоголю, які переживають епізоди фізичних навантажень, можуть зіткнутися з підвищеним ризиком пошкодження м'язів і підвищення рівня КК. Нарешті, дослідження показує додатковий ефект алкоголю та електричної стимуляції у збільшенні витоку КК зі скелетних м'язів, що свідчить про те, що як алкоголь, так і м'язові скорочення можуть порушувати цілісність м'язових волокон та підвищувати витік КК за допомогою різних механізмів [8].

У нормальних м'язових клітинах іони кальцію реагують на сигнали нервової системи та вивільнюються з внутрішньоклітинних запасів, що призводить до скорочення м'язів. Після завершення скорочення іони кальцію активно повертаються назад у ці внутрішньоклітинні резерви, що приводить до розслаблення м'язів. Ця суворо контрольована регуляція іонів кальцію має вирішальне значення для правильної роботи м'язів. Проте, дослідження показали, що етанол, основний компонент алкоголю, порушує передачу кальцієвих сигналів у м'язових клітинах. Гостре вживання алкоголю приводить до зниження транзєнтів кальцію в культивованих м'язових волокнах людини. Це свідчить про те, що алкоголь перешкоджає нормальному вивільненню та поглинанню іонів кальцію в м'язових клітинах. Вплив алкоголю на іони кальцію в м'язових клітинах може значно змінити роботу м'язів. Порушена обробка кальцію може порушити нормальний процес сполучення збудження-скорочення, що приводить до зниження скорочувальної здатності та продуктивності м'язів. Це спостереження може допомогти пояснити порушення нервово-м'язової функції після гострого вживання алкоголю. Зміни в передачі кальцієвого сигналу в м'язових клітинах можуть впливати на різні клітинні процеси, такі як синтез білка, експресія генів і функції мітохондрій. Ці порушення можуть мати негативний вплив на ріст, відновлення та загальний стан м'язів [2].

Ohlendieck та ін. [7] провели дослідження, щоб вивчити вплив хронічного споживання алкоголю на білки, що регулюють кальцій, у м'язових волокнах II типу щурів. Дослідники припустили, що тривале вживання алкоголю може порушити найважливіші елементи гомеостазу кальцію в скелетних м'язах. Щоб перевірити цю гіпотезу, було проведено імуноблотинг-аналіз мітохондріальних білків, витягнутих із волокон скелетних м'язів як контрольних щурів, які не вживали алкоголь, так і щурів, які постійно вживали алкоголь. Дослідники спеціально вивчили кілька ключових білків, включаючи субодиниці поперечно-тубулярного дигідропіридинового рецептора, кальцій-зв'язувальні білки кальсеквестрин (CSQ) і кальцієву АТФ-азу саркоплазматичного ретикулу (SERCA), а також кальцій-зв'язуючий білок (CAL).

Результати продемонстрували значні зміни в рівнях експресії цільових м'язових білків у відповідь на хронічне вживання алкоголю. Порівняно з контрольною групою спостерігалася посилення експресії SERCA1 (кальцієвої АТФ-ази саркоплазматичного ретикулу) у щурів, яких поїли алкоголем. Це свідчить про те, що годування алкоголем індукує збільшення експресії білка, що регулює кальцій, і як наслідок, порушує гомеостаз кальцію в скелетних м'язах. Посилення регуляції SERCA1 передбачає компенсаторну реакцію на викликані алкоголем порушення обробки кальцію.

Barnes та ін. [3] провели дослідження впливу споживання алкоголю на м'язи, що швидко скоро-

чуються. Результати показали, що гостре вживання алкоголю негативно вплинуло на нервово-м'язове відновлення учасників з м'язовими волокнами типу II. Порівняно з групою, яка не вживала алкоголь, у групі, яка приймала його, спостерігалася затримка у відновленні м'язів, що характеризувалася зниженням довільної активації та повільнішим відновленням сили. Отже, вживання алкоголю може перешкоджати здатності м'язів типу II відновлюватися та відновлювати оптимальну продуктивність після інтенсивних вправ. Дослідники також приділили значну увагу оцінці впливу споживання алкоголю на іони кальцію в м'язах типу II (швидкі м'язи), враховуючи вирішальну роль, яку ці іони відіграють у скороченні та розслабленні м'язів.

Iyer та ін. [4] досліджували вплив хронічного вживання алкоголю та вправ на витривалість скелетних м'язів, виявивши цінні результати. Їх дослідження показали, що тривале вживання алкоголю може привести до пошкодження м'язових волокон, порушення синтезу білка та змін гліколітичного метаболізму. Тим не менш, точні механізми, за допомогою яких тривале вживання алкоголю впливає на роботу м'язів і взаємозв'язок між алкоголем і фізичними вправами, залишаються погано вивченими. Щоб пролити світло на ці аспекти, дослідники провели експерименти на щурах, використовуючи камбалоподібний м'яз (повільно скорочується) і м'яз-розгинач пальців стопи (швидко скорочується), щоб проаналізувати скоротливі характеристики та реакцію скелетних м'язів на втому. Завдяки застосуванню тетанічної стимуляції та тесту на стійкість до втоми вони змогли оцінити функцію м'язів і вивчити вплив тривалого вживання алкоголю на ці параметри. Крім того, вимірювали площу поперечного перерізу м'язів для оцінки структурних змін. Дослідження показало, що в періоди тривалого вживання алкоголю та тренувань на витривалість вплив фізичних вправ на волокна I типу був більш помітним порівняно з волокнами II типу. Волокна типу I відомі своєю залежністю від аеробного мітохондріального дихання, тоді як волокна типу II в основному залежать від анаеробного гліколізу (тип IIb) або комбінації анаеробного гліколізу та аеробного мітохондріального дихання (тип IIa).

Крім того, їх дослідження показало, що вправи на витривалість, незважаючи на підвищення загальної аеробної здатності скелетних м'язів, привели до зменшення кількості поперечних містків, що створюють пік тетанічної сили та діють паралельно кожній площі поперечного перерізу, особливо в межах волокон типу I. Це вказує на те, що тренування на витривалість може приводити до адаптації волокон типу I, змушуючи їх ставати швидшими та зменшуючи розмір волокон для посилення дифузії кисню – потенційний механізм, що лежить в основі покращення показників витривалості. Крім того, було виявлено, що поєднання тривалого споживання етанолу та тренувань на витривалість зменшує площу волокон типу I порівняно з контрольною групою, яка займалася лише



фізичними вправами, або групою, яка споживала лише етанол. Ці результати підкреслюють синергічну взаємодію фізичних вправ і алкоголю на волокна I типу [4].

На завершення, це дослідження продемонструвало відмінний вплив тривалого вживання алкоголю та тренувань на витривалість м'язових волокон типу I та II. Хоча вправи на витривалість можуть підвищити аеробну здатність скелетних м'язів, вони можуть викликати адаптацію волокон типу I, що впливає на генерацію сили. Крім того, поєднання тривалого вживання алкоголю та фізичних вправ на витривалість може ще більше вплинути на площу волокон типу I.

Toshiharu та інші (Oba and Maeno 2004) досліджували вплив ацетальдегіду, метаболіту, який утворюється під час обміну алкоголю, на функцію м'язів. Їхньою метою було виявити потенційний вплив ацетальдегіду на активність р'анодінових рецепторів (RyR), які відіграють вирішальну роль у вивільненні іонів кальцію з саркоплазматичного ретикулу та скорочення м'язів. Результати цього дослідження виявили дозозалежний зв'язок між ацетальдегідом і функцією м'язів. Вплив ацетальдегіду в концентраціях від 10 мкМ до 30 мМ приводив до підвищення напруження м'язових волокон порівняно з контрольною групою. Однак, це збільшення було статистично значущим лише при концентраціях 1 мМ і вище. Швидкість збільшення напруги посмикування та амплітуда тетанічної напруги також показали дозозалежне збільшення. Примітно, що вплив ацетальдегіду на функцію м'язів залежав від його концентрації. При більш низьких концентраціях (10 мкМ – 100 мкМ) ацетальдегід мав незначний вплив на напругу посмикування, амплітуду тетанічної напруги та швидкість збільшення напруги посмикування. Навпаки, при більш високих концентраціях (1 мМ – 30 мМ) ацетальдегід істотно підсилює напругу посмикування і прискорює швидкість зростання тетанічного напруження. Крім того, дослідники помітили, що вплив ацетальдегіду на функцію м'язів є оборотним. Після видалення ацетальдегіду м'язові волокна відновлювалися від пригнічуваних ефектів тремору, викликаних ацетальдегідом, що вказує на тимчасовий і оборотний характер впливу ацетальдегіду на скорочення м'язів. Щоб зрозуміти основні механізми дії ацетальдегіду, дослідники також досліджували його вплив на вивільнення іонів кальцію ( $Ca^{2+}$ ) із саркоплазматичного ретикулу у волокнах скелетних м'язів жаби. Було виявлено, що ацетальдегід перешкоджає поглинанню іонів кальцію саркоплазматичним ретикулом, що приводить до подовження кривої скорочення м'язових волокон. Це пригнічення поглинання іонів кальцію саркоплазматичним ретикулом може сприяти тривалому впливу ацетальдегіду на скорочення м'язів.

Загалом, дослідження надає докази дозозалежного впливу ацетальдегіду на м'язову функцію волокон скелетних м'язів жаби. У той час як аце-

тальдегід мінімально впливає на скорочення м'язів при низьких концентраціях, більш високі концентрації викликають підвищення напруги посмикування і збільшення швидкості тетанічного напруження.

Вплив алкоголю на м'язи виходить за межі його здатності впливати на скорочення м'язів і викликати їх атрофію; це також посилює рівень окисного стресу в організмі під час алкогольної інтоксикації. Adachi та ін. [1] провели дослідження двох скелетних м'язів щурів, а саме камбалоподібного м'яза та переднього великогомілкового м'яза, щоб дослідити вплив гострого впливу етанолу на ліпідний склад м'язів та окислювальний стрес. Як індикатори окислювального стресу вони використовували два гідропероксиди холестерину: 7 $\alpha$ -гідропероксидхолест-5-ен-3 $\beta$ -ол (7 $\alpha$ -ООН) і 7 $\beta$ -гідропероксидхолест-5-ен-3 $\beta$ -ол (7 $\beta$ -ООН). Результати виявили присутність як 7 $\alpha$ -ООН, так і 7 $\beta$ -ООН у м'язах контрольних тварин, що вказує на початковий рівень окисного стресу. Тим не менш, гострий вплив етанолу значно підвищив рівні цих гідропероксидів як у камбалоподібному м'язі, так і в передньому великогомілковому м'язі, що свідчить про те, що вплив етанолу посилює окислювальний стрес у м'язах. Слід відмітити, що незалежно від гострого впливу етанолу, передній великогомілковий м'яз (м'яз, що швидко скорочується) демонструє вищі рівні гідропероксидів, ніж камбалоподібний м'яз (м'яз, що повільно скорочується). Загалом, ці результати вказують на варіації рівнів окислювального стресу між камбалоподібним м'язом і переднім великогомілковим м'язом. У порівнянні з камбалоподібним м'язом, передній великогомілковий м'яз постійно демонструє підвищений рівень окислювального стресу, можливо, відображаючи порівняно нижчу антиоксидантну здатність м'язів, багатих волокнами типу II, таких як передній великогомілковий м'яз [8].

## ВИСНОВКИ

Скелетні м'язи в основному складаються з двох типів м'язових волокон: повільно скорочувальних волокон і швидко скорочувальних волокон. Волокна, що повільно скорочуються, мають високу окислювальну здатність і стійкість до втоми, тоді як волокна швидкого типу пов'язані з високоінтенсивними короткотривалими вправами. Алкоголь негативно впливає на обидва типи м'язових волокон. В експериментах із щурами вплив алкоголю приводив до змін активності креатинкінази як у швидко скорочуваних, так і у повільно скорочуваних м'язах. Вплив алкоголю в низькій концентрації підвищував активність даного ферменту у швидко скорочуваних м'язах, але знижував активність креатинкінази у повільно скорочуваних м'язах. Проте, висока концентрація алкоголю знижувала активність креатинкінази в обох типах м'язів.

Алкоголь впливає на окислювальну здатність м'язів. В низькій концентрації він підвищував окислювальну здатність м'язів, тоді як вплив алкоголю у

високій концентрації знижував окислювальну здатність у швидкоскорочуваних м'язах.

М'язові волокна типу II, демонструють знижену витривалість і меншу щільність мітохондрій. Отже, вони переважно генерують енергію шляхом гліколізу, що призводить до підвищених рівнів активних форм кисню. Примітно, що в м'язових волокнах типу II ефективність антиоксидантних

захисних механізмів для врівноваження підвищення виробництва АФК може бути відносно знижена, що робить їх більш сприйнятливими до окисного стресу. Ця схильність, у свою чергу, може привести до окислювального пошкодження, порушення скорочувальної функції та потенційно м'язової втоми та травм.

## REFERENCES

1. Adachi, J.; Asano, M.; Ueno, Y.; et al. 7alpha- and 7beta-hydroperoxycholest-5-en-3beta-ol in muscle as indices of oxidative stress: response to ethanol dosage in rats. *Alcohol Clin Exp Res*. 2000;24(5):675-681.
2. Amaladevi, B.; Pagala, S.; Pagala, M.; Namba, T.; Grob D. Effect of alcohol and electrical stimulation on leakage of creatine kinase from isolated fast and slow muscles of rat. *Alcohol Clin Exp Res*. 1995;19(1):147-152. doi:10.1111/j.1530-0277.1995.tb01483.x
3. Barnes, MJ.; Mündel, T.; Stannard, SR.; The effects of acute alcohol consumption and eccentric muscle damage on neuromuscular function. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37(1):63-71. doi:10.1139/h11-137
4. Iyer, S.; Sackeli, M.; Gao, Y. Effect of endurance exercise on skeletal muscle with chronic alcohol ingestion in rat. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*. 2014; 14 (02), p. 1450023. <https://doi.org/10.1142/S0219519414500237>
5. Lang, CH.; Frost, RA.; Summer, AD.; Vary TC. Molecular mechanisms responsible for alcohol-induced myopathy in skeletal muscle and heart. *Int J Biochem Cell Biol*. 2005;37(10): 2180-2195. doi:10.1016/j.biocel.2005.04.013
6. Oba, T.; Maeno, Y.; Acetaldehyde alters Ca<sup>2+</sup>-release channel gating and muscle contraction in a dose-dependent manner. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2004;286(5):C1188-C1194. doi:10.1152/ajpcell.00388.2003
7. Ohlendieck, K.; Harmon, S.; Koll M.; Paice, AG, Preedy, VR. Ca<sup>2+</sup>-regulatory muscle proteins in the alcohol-fed rat. *Metabolism*. 2003;52(9):1102-1112. doi:10.1016/s0026-0495(03)00063-5
8. Pansarasa O, Felzani G, Vecchiet J, Marzatico F. Antioxidant pathways in human aged skeletal muscle: relationship with the distribution of type II fibers. *Exp Gerontol*. 2002;37(8-9):1069-1075. doi:10.1016/s0531-5565(02)00085-2
9. Preedy VR, Adachi J, Peters TJ, et al. Recent advances in the pathology of alcoholic myopathy. *Alcohol Clin Exp Res*. 2001; 25(5 Suppl ISBRA):54S-59S. doi:10.1097/00000374-200105051-00010
10. Silva, C. S.; Portari, Guilherme V.; Vannucchi, H. Antioxidant treatment and alcoholism. *Molecular aspects of alcohol and nutrition*: (2016): Elsevier, pp. 119-131.
11. Trounce, I.; Byrne, E.; Dennett, X. Biochemical and morphological studies of skeletal muscle in experimental chronic alcoholic myopathy. *Acta neurologica scandinavica*. 1990: 82 (6), pp. 386-391.



## Роль загальноклінічних показників крові для прогнозування перебігу коронавірусної інфекції у хворих на COVID-19: систематичний огляд

Анна Ющук<sup>1,2</sup>, Ольга Коржик<sup>1</sup>, Василь Пикалюк<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Волинський національний університет імені Лесі Українки

<sup>2</sup>Комунальне підприємство «Волинська обласна інфекційна лікарня» Волинської обласної ради

Адреса для листування: [annayushchuk2010@gmail.com](mailto:annayushchuk2010@gmail.com)

Отримано: 12.10.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Перебіг коронавірусної інфекції у хворих на COVID-19 може зумовлювати системне запалення організму, дисрегуляцію імунної системи та системи гемостазу. Враховуючи можливість виникнення важких і рецидивуючих випадків інфікування SARS-CoV-2, вкрай важливо для клініцистів визначити надійні, економічно ефективні і водночас доступні в отриманні специфічні показники крові, які можуть слугувати маркерами стратифікації пацієнтів із підтвердженим COVID-19. Метою нашої оглядової статті є висвітлення сучасних результатів дослідження особливостей загальноклінічних показників крові у хворих на COVID-19 та їх використання для прогнозування перебігу коронавірусної інфекції. Під час написання систематичного огляду використали бібліосемантичний, аналітичний, логічний методи, а також метод узагальнення. У бібліографічних базах даних провели пошук та відбір наукових публікацій, що відповідають ключовим словам та здійснили аналіз і узагальнення отриманих результатів. Показники загального аналізу крові (абсолютні значення кількості нейтрофілів, лімфоцитів, тромбоцитів, моноцитів) дозволяють розрахувати ряд нововведених індексів запалення, таких як NLR, dNLR, PLR, MLR, NLPR, AISI, SIRI, SII. Використання таких індексів на етапі госпіталізації пацієнтів із підтвердженим COVID-19 можуть використовуватись для прогнозування перебігу захворювання та ймовірності настання критичного стану чи летального вислід у пацієнтів.

**Ключові слова:** COVID-19, лабораторна діагностика, загальноклінічні показники крові, індекси запальних процесів (NLR, dNLR, PLR, MLR, NLPR, AISI, SIRI, SII), прогноз.

## The role of complete blood count for predicting the course of coronavirus infection in patients with COVID-19: a systematic review

Anna Yushchuk<sup>1,2</sup>, Olha Korzhyk<sup>1</sup>, Vasyl Pykaliuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lesya Ukrainka Volyn National University

<sup>2</sup>Municipal Enterprise Volyn Regional Infectious Diseases Hospital of the Volyn Regional Council

Correspondence: [annayushchuk2010@gmail.com](mailto:annayushchuk2010@gmail.com)

**Abstract.** The course of coronavirus infection in patients with COVID-19 can cause systemic inflammation of the organism, and dysregulation of the immune system and the hemostasis system. Given the possibility of severe and recurrent cases of SARS-CoV-2 infection, it is imperative for clinicians to find reliable, cost-effective, and at the same time accessible blood-specific parameters that can serve as stratification markers for patients with confirmed COVID-19. The purpose of our review article is to highlight the modern research results on the characteristics of general clinical hematological parameters (complete blood count) in patients with COVID-19 and their use for predicting the course of the coronavirus infection. We used bibliosemantic, analytical, and logical methods when writing a systematic review, as well as a generalization method. We searched and selected scientific publications by keywords in bibliographic databases, analyzed and summarized the results. The indicators of the general blood analysis (an absolute count of neutrophils, lymphocytes, platelets, and monocytes) allow calculating several newly introduced indices of inflammation, such as NLR, dNLR, PLR, MLR, NLPR, AISI, SIRI,

SII. The use of such indices at the stage of hospitalization in patients with confirmed COVID-19 can be used to predict the course of the disease and the probability of a critical condition or lethal outcome.

**Key words:** COVID-19, laboratory diagnostics, complete blood count, indices of inflammatory processes (NLR, dNLR, PLR, MLR, NLPR, AISI, SIRI, SII), prognosis.

## ВСТУП

Пандемія коронавірусної хвороби 2019 року (COVID-19), зумовлена вірусом SARS-CoV-2, завдала значного впливу на здоров'я населення в усьому світі, а також призвела до виявлення неготовності систем охорони здоров'я різних країн до швидкого та ефективного реагування на етапах відсутності колективного імунітету й ефективних засобів профілактики (вакцини) й лікування.

Перебіг коронавірусної інфекції у хворих на COVID-19 може зумовлювати системне запалення організму, дисрегуляцію імунної системи та системи гемостазу. Враховуючи можливість виникнення важких і рецидивуючих випадків інфікування SARS-CoV-2, вкрай важливо для клініцистів визначити надійні, економічно ефективні і водночас легкодоступні в отриманні специфічні показники крові, які можуть слугувати маркерами стратифікації пацієнтів із підтвердженим COVID-19. Метою нашої оглядової статті є висвітлення сучасних результатів дослідження особливостей загальноклінічних показників крові у хворих на COVID-19 та їх використання для прогнозування перебігу коронавірусної інфекції.

Під час написання систематичного огляду використали бібліосемантичний, аналітичний, логічний методи, а також метод узагальнення. У бібліографічних базах даних провели пошук та відбір наукових публікацій, що відповідають ключовим словам та здійснили аналіз і узагальнення отриманих результатів.

Загальний аналіз крові (ЗАК) – це клінічне лабораторне дослідження, яке є широко доступним, недорогим і простим у виконанні. Разом з тим, надає багато необхідної інформації про перебіг запального процесу при COVID-19 [1]. Врахування кількості нейтрофілів, моноцитів, лімфоцитів та тромбоцитів у зразку крові може охарактеризувати ступінь інтенсивності запального процесу в організмі. Проте, в більшій мірі, беручи до уваги взаємодію складних механізмів імунної відповіді при COVID-19, саме розрахункові індекси (співвідношення між загальноклінічними показниками) є прогностичними параметрами перебігу та кінцевого результату захворювання. Індекси запальних процесів, розраховані на основі показників загального аналізу крові, включають співвідношення абсолютної кількості нейтрофілів і лімфоцитів (NLR), похідне NLR (dNLR), співвідношення тромбоцитів і лімфоцитів (PLR), співвідношення моноцитів і лімфоцитів (MLR), співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів × тромбоцитів (NLPR), сукупний індекс системного запалення (AISI), індекс системної запальної відповіді (SIRI) та індекс системного імунного запалення (SII) [2–4].

Варто відмітити той факт, що у багатьох дослідженнях був встановлений зв'язок демографічних і клінічних характеристик у пацієнтів із COVID-19. Так, дослідження, проведене Az та ін., показало, що вік має значний зв'язок зі смертністю пацієнтів із COVID-19. Проте вищезазначеною групою науковців не було доведено статистично значущого зв'язку зі статтю [5]. Тоді як Ortiz-Prado та ін. дійшли висновку, що старший вік, чоловіча стать і наявність супутніх захворювань пов'язані з більшою ймовірністю летального вислідку в пацієнтів з COVID-19 [6]. Інше ж дослідження Liu та ін. показало, що важка форма перебігу коронавірусної інфекції частіше призводить до смерті (32,5 %), ніж легка її форма. Окрім віку, наявності супутніх патологій і тяжкості захворювання, ймовірно, інші фактори, такі як расова приналежність, генетика та звички, як-от здоровий спосіб життя, відіграють роль у процесі перебігу COVID-19 [7].

Група науковців на чолі з Naryati та ін. показала значні відмінності у підвищенні нейтрофілів і зниженні кількості тромбоцитів, а також кількості лімфоцитів у групі хворих на COVID-19, які не вижили, порівняно з групою одужалих пацієнтів [8]. Нейтрофіли є частиною лейкоцитів, які відіграють роль у вродженій та адаптивній імунній відповіді. Під час коронавірусної інфекції спостерігається збільшення нейтрофілів, спричинене підвищенням СХС-3. Нейтрофіліоз може індукувати нейтрофільний мукозипозаклітинні пастки (NETs), а нейтрофільний мукозипозаклітиння імунотромбоз та гострий респіраторний дистрес-синдром. Усе це підвищує смертність пацієнтів з COVID-19 [9–10]. Дослідженням Zhao та ін. було виявлено значний нейтрофіліоз у померлих пацієнтів, порівняно з хворими, які одужали [11].

Тромбоцити також беруть участь у підтримці гемостазу, запальному процесі та імунній відповіді. Зниження кількості тромбоцитів часто виявляється у пацієнтів із COVID-19. Така особливість спричинена складним процесом прямого руйнування мегакаріоцитів у кістковому мозку, активацією шляхів ренін-ангіотензин-альдостеронової системи й утворенням імунного комплексу аутоантитіла. У роботі Yang та ін. повідомляється, що пацієнти з COVID-19, які померли, мали значно нижчий рівень тромбоцитів, ніж ті, хто вижив (72,7 % проти 10,7 %,  $p < 0,001$ ) [8, 12]. Дослідження Lipri та ін. також дійшли висновку, що для пацієнтів, які на момент госпіталізації мали тромбоцитопенію встановлюється несприятливий прогноз щодо важкості перебігу та одужання хворих із COVID-19 [13].

У роботі групи науковців на чолі із Zhao та ін. повідомляється про зниження кількості лімфоцитів у пацієнтів із летальним результатом перебігу захворювання, порівняно з одужалими [11]; подібні спостереження були зроблені в дослідженні Naryati

та ін [8]. Зменшення кількості лімфоцитів (лімфоцитопенія), як наслідок інфікування SARS-CoV-2, відбувається за допомогою кількох механізмів, включаючи пряме знищення частинок вірусу COVID-19 у лімфоїдній тканині та підвищення експресії Fas; надмірна експресія CXCL10 і CCL2, що призводить до прямого пригнічення лімфопоезу з гемопоетичних стовбурових клітин (HSC); підвищення рівня прозапальних цитокінів у сироватці крові, таких як TNF- $\alpha$  та IL-6; молочнокислий ацидоз, який перешкоджає проліферації лімфоцитів; підвищена експресія пов'язаних з апоптозом генів у периферичній крові; зниження експресії пов'язаних з лімфоцитами генів (MAP2K7 і SOS1); і знижена взаємодія розчинної форми CD25 (SCD25) з IL-2, що призводить до порушення клонального розширення T-клітин [14].

Запальні індекси NLR, dNLR і NLPR отримують шляхом порівняння кількості лейкоцитів, нейтрофілів, лімфоцитів і тромбоцитів. В опублікованих наукових роботах повідомляється, що NLR  $\geq 6,9$  (чутливість 20,9 % і специфічність 70,9 %) підвищував ризик летальності у пацієнтів із підтвердженим COVID-19 у 1,721 рази [8]. NLR – це запальний біомаркер, отриманий діленням абсолютного значення нейтрофілів на абсолютне значення лімфоцитів. Мета-аналіз Li та ін. дійшли висновку, що NLR може прогнозувати смертність пацієнтів із підтвердженим COVID-19 [15]. dNLR змінює NLR, включаючи кількість лейкоцитів у розрахунок співвідношення. dNLR – це біомаркер, який часто використовують як предиктор злоякісних новоутворень. Дослідження Fois та ін. [2] продемонстрували вищі значення dNLR у пацієнтів із летальним вислідом перебігу COVID-19. Граничне значення dNLR  $\geq 4,1$  (чутливість 41,2 % і специфічність 77,1 %) підвищує ризик летального результату перебігу коронавірусної інфекції у 1,251 рази [8]. Інші ж дослідження, наприклад Aly та ін. доводять, що dNLR є індексом запалення з найвищим значенням специфічності порівняно з NLR, PLR та MLR для прогнозування стану пацієнтів із COVID-19 (порогове значення  $> 2,86$ , чутливість 67,20 % і специфічність 89,19 %, значення). Збільшення значень NLR та dNLR вказує на посилення нейтрофілозалежного запального стану, що водночас супроводжується зниженням опосередкованої лімфоцитами імунної відповіді [16].

NLPR – це індекс запалення, який описує взаємодію нейтрофілів, лімфоцитів і тромбоцитів. В дослідженнях, проведених Gameigo та ін., значення NLPR були вищими на  $> 0,14$  (чутливість 33,1 % і специфічність 79,7 %) у пацієнтів, хто не пережив сепсис і гостру травму нирок [17]. У наукових роботах зустрічається порогове значення індексу NLPR  $\geq 0,037$  (чутливість 28,1 % і специфічність 95,9 %), що збільшує ризик неживання у хворих на COVID-19 у 2,661 рази [8]. Подібні результати були отримані Fois та ін., у яких значення NLPR були вищими у пацієнтів із летальним вислідом перебігу захворювання [2].

Разом з тим, аналізуючи в науковій публіцистиці інший розрахунковий індекс PLR, науковці відзначають його порогове значення  $\geq 295$  (чутливість 35,9 % і специфічність 77 %), що збільшує для пацієнтів ймовірність летального результату перебігу коронавірусної інфекції у 1,435 рази [8]. Aly та ін. та Fois та ін. також отримали схожі результати про те, що збільшення PLR є незалежним фактором ризику підвищення смертності пацієнтів із підтвердженим COVID-19 [16]. Значне зниження кількості лімфоцитів порівняно зі зниженням кількості тромбоцитів є основною причиною підвищення значення PLR при різних захворюваннях [2].

Моноцити відіграють важливу роль у ініціації запальних процесів. COVID-19 викликає швидке рекрутування моноцитів у легені. Це змушує моноцити швидко диференціюватися для виконання багатьох функцій, таких як підвищення активності фагоцитів і утворення прозапальних цитокінів, викликаючи умови моноцитозу, а також може впливати на підвищення співвідношення MLR [18]. У пацієнтів із COVID-19 значення MLR  $\geq 0,42$  (чутливість 63,4 % і специфічність 54,5 %) збільшує ризик настання летального результату перебігу захворювання у 1,619 рази [8]. Fois та ін. також повідомили, що високі граничні значення MLR ( $\geq 0,37$ ) були виявлені у тих пацієнтів, хто не вижив внаслідок інфікування SARS-CoV-2 [2]. Подібні результати описуються в іншому дослідженні, проведеному Yang та ін., у якому зафіксовано високі значення MLR у тих пацієнтів, хто не вижив, але мав гострий респіраторний дистрес-синдром у перші 28 днів госпіталізації.

Значення AISI (MLR  $\times$  абсолютне число нейтрофілів  $\times$  тромбоцити), SIRI (MLR  $\times$  абсолютне число нейтрофілів) і SII (NLR  $\times$  тромбоцити) були пов'язані з виживаністю пацієнтів із підтвердженим COVID-19. Дослідження Fois та ін. повідомили, що ті, хто не вижив, мають вищі значення AISI, SIRI та SII, ніж ті, хто вижив [2]. AISI, SIRI та SII із пороговим значенням  $\geq 1,422$ ;  $\geq 1,8$  і  $\geq 2,504$  відповідно показують зростання у 1335; 1,801 та 1,661 рази ризик летальності у пацієнтів із COVID-19 [8].

Логістичний регресійний аналіз для пацієнтів із підтвердженим COVID-19 у проведених науковцями дослідженнях показує, що NLPR є домінуючою змінною у прогнозуванні внутрішньобікарняної смертності (OR: 6,668) з 28,1 % чутливістю та 95,9 % специфічністю [8]. Проте, беручи до уваги вищенаведені особливості, варто відмітити обмеженість кількості наукових робіт із акцентуацією уваги на NLPR в контексті прогнозування перебігу COVID-19. NLPR, як повідомляється, є одним із рутинних індексів загального кров'яного кровообігу, який продовжують вивчати та на який зважають при інших захворюваннях. Наприклад, у дослідженні Коо та ін., високі значення NLPR були фактором ризику смертності в перші п'ять років після операції на серці, а Fonseca та ін. пояснювали високий NLPR як фактор ризику гострого ураження нирок при абдомінальній хірургії [19-20]. У випадку COVID-19

поодинокі дослідження демонструють вищі значення NLPR у пацієнтів, хто не вижив, порівняно із одужалими. Разом з тим, NLPR описує взаємодію гострих процесів імунної відповіді та імуноемоції за участю нейтрофілів, лімфоцитів і тромбоцитів [2].

Іншим важливим моментом є зв'язок між віком, індексами запалення та несприятливими прогнозами. Розбіжності між показниками смертності пацієнтів похилого та молодшого віку вказують на можливість того, що низка різноманітних факторів ризику може бути причиною цієї невідповідності. Пацієнти похилого віку мають вищий ризик розвитку важкої форми COVID-19. Це пов'язано зі змінами в імунній системі, які обмежують її здатність боротися з інфекцією. Дослідження, проведене Ghobadi та ін. [21], продемонструвало, що порівняно з пацієнтами молодого віку, пацієнти похилого віку мали більш прогностично несприятливі лабораторні результати та індекси системного запалення (NLR, PLR, dNLR, SIR-I, SII, AISI та NLPR) під час дослідження [21-22]. Точні механізми, що лежать в

основі зв'язку між індексами запалення та смертністю у людей похилого віку достеменно невідомі, тому ця область пошуку залишається відкритою для майбутніх досліджень.

## ВИСНОВОК

Індекси запалення, отримані на основі показників загального аналізу крові у хворих на етапі госпіталізації можуть слугувати прогностичними маркерами важкості перебігу коронавірусної інфекції, а також вказувати на ймовірність настання летального вислідку в пацієнтів із підтвердженим COVID-19. Збільшення значень таких індексів як NLR, dNLR, PLR, MLR, NLPR, MLR, AISI, SIRI та SII від порогових величин значно корелює з виживаністю пацієнтів. Тоді як розрахунок NLPR (співвідношення абсолютної кількості нейтрофілів до лімфоцитів × тромбоцити), розглядається як домінуючий для прогнозування ймовірності детального вислідку в хворих на COVID-19.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Peng, J., Qi, D., Yuan, G., Deng, X., Mei, Y., Feng, L., Wang, D. Diagnostic value of peripheral hematologic markers for coronavirus disease 2019 (COVID-19): a multicenter, cross-sectional study. *J Clin Lab Anal.* 2020, 34, pp e23475.
2. Fois, A.G., Paliogiannis, P., Scano, V., Cau, S., Babudieri, S., Perra, R., Ruzzittu, G., Zinellu, E., Pirina, P., Carru, C., Arru, L.B., Fancellu, A., Mondoni, M., Mangoni, A.A., Zinellu, A. The systemic inflammation index on admission predicts in-hospital mortality in COVID-19 patients. *Molecules.* 2020, 25, pp 5725-7.
3. Guan, W., Ni, Z., Hu, Y., Liang, W., Ou, C., He, J., Liu, L., Shan, H., Lei, C., Hui, D.S.C., Du, B., Li, L., Zeng, G., Yuen, K.-Y., Chen, R., Tang, C., Wang, T., Chen, P., Xiang, J., Li, S.-y., Wang, J.-l., Liang, Z.-j., Peng, Y.-x., Wei, L., Liu, Y., Hu, Y.-h., Peng, P., Wang, J.-m., Chen, Z., Li, G., Zheng, Z.-j., Qiu, S.-q., Luo, J., Ye, C.-j., Zhu, S.-y., Zhong, N.-s. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med.* 2020, 382, pp 1708-1720.
4. Yushchuk, A., Pykaliuk, V., Korzyhuk, O. Hematocytological, biochemical, and hemostasis parameters' role in predicting the possibility of the various forms of the COVID-19 course in hospitalized Ukrainian patients: A cross-sectional study. *Health Sci Rep.* 2023, 6 (7), pp e1403.
5. Az, A., Sogut, O., Akdemir, T., Ergenc, H., Dogan, Y., Cakirca, M. Impacts of demographic and clinical characteristics on disease severity and mortality in patients with confirmed COVID-19. *Int J Gen Med Volume.* 2021, 14, pp 2989-3000.
6. Ortiz-Prado, E., Simbaña-Rivera, K., Barreno, L.G., Diaz, A.M., Barreto, A., Moyano, C., Arcos, V., Vásconez-González, E., Paz, C., Simbaña-Guaycha, F., Molestina-Luzuriaga, M., Fernández-Naranjo, R., Feijoo, J., Henríquez-Trujillo, A.R., Adana, L., López-Cortés, A., Fletcher, I., Lowe, R. Epidemiological, socio-demographic and clinical features of the early phase of the COVID-19 epidemic in Ecuador. *PLoS Negl Trop Dis.* 2021, 15, pp e0008958.
7. Liu, H., Chen, S., Liu, M., Nie, H., Lu, H. Comorbid chronic diseases are strongly correlated with disease severity among COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Aging Dis.* 2020, 11, pp 668-678.
8. Haryati, H., Wicaksono, B., Syahadatina, M. Complete blood count derived inflammation indexes predict outcome in COVID-19 patients: a study in Indonesia. *J Infect Dev Ctries.* 2023, 17, pp 319-326.
9. Borges, L., Pithon-Curi, T.C., Curi, R., Hatanaka, E. COVID-19 and neutrophils: the relationship between hyperinflammation and neutrophil extracellular traps. *Mediators Inflamm.* 2020, pp 1-7.13.
10. Cavalcante-Silva, LHA., Carvalho, DCM., Lima, É de A., Galvão, JGFM. et al. Neutrophils and COVID-19: the road so far. *Int Immunopharmacol.* 2021, 90, pp 107233.
11. Zhao, Y., Nie, H.-X., Hu, K., Wu, X.-J., Zhang, Y.-T., Wang, M.-M., Wang, T., Zheng, Z.-S., Li, X.-C., Zeng, S.-L. Abnormal immunity of non-survivors with COVID-19: predictors for mortality. *Infect Dis Poverty.* 2020, 9, pp 108.
12. Yang, X., Yang, Q., Wang, Y., Wu, Y., Xu, J., Yu, Y., Shang, Y. Thrombocytopenia and its association with mortality in patients with COVID-19. *J Thromb Haemost.* 2020, 18, pp 1469-1472.
13. Lippi, G., Plebani, M., Henry, B.M. Thrombocytopenia is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19) infections: a meta-analysis. *Clin Chim Acta.* 2020, 506, pp 145-148.
14. Yang, L., Liu, S., Liu, J., Zhang, Z., Wan, X., Huang, B., Chen, Y., Zhang, Y. COVID-19: immunopathogenesis and immunotherapeutics. *Signal Transduct Target Ther.* 2020, 5, 1-8.
15. Li, X., Liu, C., Mao, Z., Xiao, M., Wang, L., Qi, S., Zhou, F. Predictive values of neutrophil-to-lymphocyte ratio on disease severity and mortality in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2020, 24, pp 647.
16. Aly, M.M., Meshref, T.S., Abdelhameid, M.A., Ahmed, S.A., Shaltout, A.S., Abdel-Moniem, A.E., Hamad, D.A. Can hematological ratios predict outcome of covid-19 patients? A multicentric study. *J Blood Med.* 2021, 12, pp 505-515.
17. Gameiro, J., Fonseca, J.A., Jorge, S., Gouveia, J., Lopes, J.A. Neutrophil, lymphocyte and platelet ratio as a predictor of mortality in septic-acute kidney injury patients. *Nefrología.* 2020, 40, pp 461-468.
18. Yang, L., Gao, C., Li, F., Yang, L., Chen, J., Guo, S., He, Y., Guo, Q. Monocyte-to-lymphocyte ratio is associated with 28-day mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a retrospective study. *J Intensive Care.* 2021, 9, pp 49.
19. Koo, C.-H., Eun Jung, D., Park, Y.S., Bae, J., Cho, Y.J., Kim, W.H., Bahk, J.-H. Neutrophil, lymphocyte, and platelet counts and acute kidney injury after cardiovascular surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018, 32, pp 212-222.23.
20. Agapito Fonseca, J., Gameiro, J., Monteiro Dias, J., Milho, J., Rosa, R., Jorge, S., Lopes, J.A. Sp204 neutrophil, lymphocyte and platelet ratio as a predictor of postoperative acute kidney injury in major abdominal surgery. *Nephrol Dial Transplant.* 2018, 33, pp i412-i413.
21. Ghobadi, H., Mohammadshahi, J., Javaheri, N., Fouladi, N., Mirzazadeh, Y., Aslani, M.R. Role of leukocytes and systemic inflammation indexes (NLR, PLR, MLP, dNLR, NLPR, AISI, SIR-I, and SII) on admission predicts in-hospital mortality in non-elderly and elderly COVID patients. *Front Med.* 2022, 9, pp 916453.
22. Bajaj, V., Gadi, N., Spihlman, A.P., Wu, S.C. Aging, immunity, and COVID-19: how age influences the host immune response to coronavirus infections? *Front Physiol.* 2021, 11, pp 1-23.



## Оцінка складності рухового завдання з точки зору активації м'язів

Олексій Бондар

*Фізико-технічний Інститут НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна*

Адреса для листування: [Ig15052013@gmail.com](mailto:Ig15052013@gmail.com)

Отримано: 20.10.23; прийнято до друку: 12.12.23; опубліковано: 30.12.23

**Резюме.** Сьогодні багато фахівців з різних галузей, таких як фізіологія, біологія, реабілітація, травматологія та інші, активно досліджують функціонування опорно-рухового апарату та його взаємозв'язок із центральною нервовою системою. Це дуже актуальна тема в сучасному світі, оскільки різні фактори, такі як травматичне пошкодження, хронічне або спадкове захворювання, неврологічне порушення та процес старіння, мають прямий вплив на стан опорно-рухового апарату, роботу м'язів та координацію рухів. Однією з наших цілей є вивчення динаміки двосуглобового рівноважного скорочення м'язів з метою визначення кінцевих сил, створених правою верхньою кінцівкою людини у горизонтальній площині.

Ми проводимо дослідження, в якому вивчається електроміографічна (ЕМГ) активність м'язів плеча та плечового поясу, а також просторові та силові параметри рухів, що виникають при вільних двосуглобових зусиллях. Метою цього дослідження є процес і механізм центральної координації рухових команд, що надходять до м'язів плеча і плечового поясу під час біконділярних рухів, особливо при виконанні цільових зусиль рукою, за наявності зорового контролю.

Досліджено синхронізацію та координацію м'язів плеча та плечового поясу під час виконання двосуглобових рухів у експерименті з випробуваними. За допомогою реєстрації електроміографічної активності 8 м'язів та розрахунку моментів сил, що генеруються м'язами, було виявлено, що синхронізація м'язів була більш вираженою під час згинання ліктя, а координація м'язів – при розгинанні плеча.

Висновки дослідження свідчать про те, що м'язи плеча та плечового поясу працюють у синхронному та координованому режимі під час двосуглобових рухів. Синхронізація та координація м'язів виявилися важливими для точного контролю рухів, при цьому згинання ліктя та розгинання плеча демонстрували більшу точність в порівнянні з іншими рухами.

**Ключові слова:** синхронізація м'язів, координація м'язів, двосуглобові рухи, електроміографічна активність (ЕМГ), аналіз головних компонент (РСА), точність відстеження.

## Evaluation of the complexity of the motor task from the point of view of muscle activation

Oleksii Bondar

*Institute of Physics and Technology, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

Correspondence: [Ig15052013@gmail.com](mailto:Ig15052013@gmail.com)

**Abstract.** Today, many specialists from various fields, such as physiology, biology, rehabilitation, traumatology and others, are actively researching the functioning of the musculoskeletal system and its relationship with the central nervous system. This is a very relevant topic in today's world, as various factors such as traumatic injury, chronic or hereditary disease, neurological impairment and the aging process have a direct impact on the state of the musculoskeletal system, muscle function and movement coordination. One of our goals is to study the dynamics of two-joint equilibrium muscle contraction in order to determine the final forces created by the right upper limb of a person in the horizontal plane.

We are conducting a study in which the electromyographic (EMG) activity of the muscles of the shoulder and shoulder girdle, as well as the spatial and force parameters of movements that occur during free two-joint efforts, are studied. The purpose of this study is the process

and mechanism of central coordination of motor commands sent to the muscles of the shoulder and shoulder girdle during bicondylar movements, especially when performing targeted efforts with the hand, in the presence of visual control.

Synchronization and coordination of the muscles of the shoulder and shoulder girdle during the performance of two-joint movements were studied in an experiment with experimental subjects. By recording the electromyographic activity of 8 muscles and calculating the moments of forces generated by the muscles, it was found that muscle synchronization was more pronounced during elbow flexion, and muscle coordination – during shoulder extension.

The findings of the study indicate that the muscles of the shoulder and shoulder girdle work in a synchronous and coordinated mode during two-joint movements. Muscle synchronization and coordination appeared to be important for precise movement control, with elbow flexion and shoulder extension showing greater accuracy compared to other movements.

**Key words:** muscle synchronization, muscle coordination, two-joint movements, electromyographic activity (EMG), principal component analysis (PCA), tracking accuracy.

## ВСТУП

Проблема управління моторного контролю є однією з головних проблем сучасної нейрофізіології [1]. Основним її аспектом є центральна координація рухової активності в руці людини [2]. У вивченні моторного контролю сучасна нейрофізіологія стикається з серйозними питаннями, які пов'язані з різними травмами та захворюваннями такими як хвороба Альцгеймера, церебральний параліч та хвороба Паркінсона [3]. Вирішення цих проблем є абсолютно необхідним для покращення нашого розуміння внеску м'язів у роботу суглобів та здатність виконувати маніпулятивні рухи для взаємодії з навколишнім світом. Križaj L, Kozinc Ž, Löffler S та Šarabon N. узагальнили інформацію, опубліковану у 35 оглядах стосовно ефективності використання ексцентричних вправ (вправ, при яких опір розтягненню м'язів більший ніж м'язова сила) у різних групах населення, опубліковану у основних електронних наукових базах (PubMed, Scopus, Web of Science і PEDro) і дійшли висновку, що дані вправи придатні для зменшення хронічного або тривалого болю в популяціях пацієнтів, значно покращуючи роботу м'язів, їх архітектуру, товщину та м'язову масу, при цьому знижуючи ризик травм і збільшуючи діапазон рухів [4]. Інша група дослідників запропонувала метод мікроелектричного контролю, заснований на регресії нейронних даних і моделюванні опорно-рухового апарату. Використання моделі опорно-рухового апарату повної прямої динаміки, безпосередньо керованої активністю мотонейронів, є багатообіцяючим підходом у реабілітації та протезуванні для моделювання серії трансформацій від збудження м'язів до кінцевої функції суглоба [5]. Зусилля дослідників спрямовані також на створення допоміжних та реабілітаційних пристроїв з урахуванням компенсаторних рухів роботизованої руки [6]. Нещодавно було запропоновано новий підхід до дослідження двосуглобових рухів передпліччя за допомогою комп'ютеризованого мехатронного механостимулятора [7].

Руки рук можна розділити на дві великі категорії: рухи, що передбачають точну маніпуляцію кистями і пальцями, і ширші рухи з використанням плечей і передплічч. Одним з важливих завдань є позиціонування руки в просторі. Беручи до уваги другу категорію рухів в такій двосуглобовій системі плечовий суглоб забезпечує найбільший

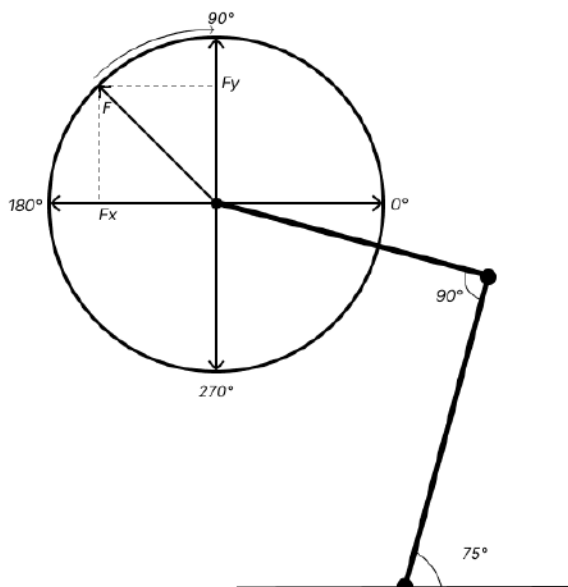
ступінь свободи і дозволяє широкий діапазон рухів [8–9]. У сфері спорту було помічено, що саме обмежена кількість рухових модулів або синергій активує м'язи плеча та плечового поясу. Більшість досліджень до цього часу були зосереджені на аналізі м'язової активності синергічних м'язів при виконанні декількох специфічних рухів суглоба верхньої кінцівки [10]. Однак ці дослідження були обмеженими за обсягом і розглядали лише невелику кількість аспектів [11–14]. Масштабні дослідження показали наявність значних гістерезисних особливостей у скороченні м'язів під час таких рухів. Однак лише в обмеженій кількості робіт це явище досліджувалося комплексно [15].

## МЕТОДИ

В ході моделювання станів рівноваги двосуглобових рухів довжини верхнього і нижнього сегментів руки є рівними між собою. Дистальний сегмент трактується як «подовжене» передпліччя, яке включає кисть руки. Рука та вектор сили розташовані в горизонтальній площині, що проходить через плечовий суглоб. При експериментальних дослідженнях двосуглобових скорочень м'язів руки кисть випробовуваного захоплює верхню частину жорсткої вертикальної рукоятки, що дозволяє дослідникові реєструвати напрямок і амплітуду створеного зусилля. Положення рукоятки можна змінювати в робочому просторі перед досліджуваним; відповідне розташування руки збігається з положенням кінцевої точки створеної сили (Рис. 1). У таких експериментальних установках довжини сегментів плеча зазвичай істотно не відрізняються один від одного; можлива різниця не більше 5–7 % довжини плечового сегмента; тому, для простоти, відрізки вважаються однаковими.

Для статистичної обробки ми реєстрували дані отримані від кожного учасника експерименту для подальшого обговорення і їх порівняння. Порівняння результатів випробування показало їх індивідуальність в кожній м'язовій активності при виконанні рухів – згинання та розгинання. В дослідження були залучені чоловіки приблизно одного віку (20–30 років), які не мали ніяких травматичних пошкоджень, хронічних або спадкових захворювань та порушень, які би мали прямий вплив на стан опорно-рухового апарату або роботу м'язів та координацію рухів.





**Рис. 1.** *Схема проведення експерименту. В центрі кола розташоване руків'я, яке тримає кисть випробуваній. Кути 90° та 75° розташовані між плечовим і ліктювим суглобом та площиною тіла і плечовим суглобом відповідно.  $F_x$  та  $F_y$  – компоненти вектора сили  $F$*

Методика вимірювання зусиль включала використання спеціально сконструйованого двовимірного динамометра [16]. Механічна частина динамометра складалася з вертикальної металевої консолі, фіксованої на нерухомій платформі. Рукоятка була кріплена до верхнього зрізу консолі, яка виготовлена зі сталевого циліндричного стрижня. Симетричні вибірки були вирізані з обох боків консолі, де при фрезуванні залишалися пластини товщиною 5 мм. На цих пластинах були закріплені напівпровідникові тензорезистори для вимірювання двох взаємно перпендикулярних компонентів сили в горизонтальній площині. Лямка, що підтримувала кінцівку на рівні ліктювого суглобу під час експерименту була підвішена за допомогою тросу до стелі, що нівелювало дію сили тяжіння на кінцівку.

Під час експерименту людина, сидячи, трималась за рукоятку правою рукою, розвиваючи тестові зусилля в горизонтальній площині. Руку фіксували, використовуючи лонгету для стабілізації зап'ясткового суглобу. Сигнали механограми та електроміографічної активності (ЕМГ) з м'язів плеча і плечового поясу реєструвались для подальшого аналізу. Один комп'ютер реєстрував сигнали, а інший візуалізував еталонне зусилля для випробуваного, який намагався його точно відтворити.

За допомогою спеціально сконструйованого двовимірного динамометра реєстрували активність восьми м'язів плеча та плечового поясу, включаючи *m. brachioradialis*, *m. biceps brachii* (*caput breve* і *caput longum*), *m. triceps brachii* (*caput laterale* і *caput longum*), *m. pectoralis major*, *m. deltoideus* (*pars clavicularis* і *pars scapularis*).

Для отримання максимальної амплітуди ЕМГ випробуваному пропонували максимальною силою реалізувати згинальні та розгинальні зусилля, що дозволяло отримати максимальну активність для м'язів-згиначів та розгиначів відповідно. Тестування перед основними завданнями включало ЕМГ спокою, під час якого випробуваному пропонували протягом 10 с не рухатися і повністю розслабити м'язи плеча та плечового поясу.

Сигнали ЕМГ піддавались двонапівперіодному випрямленню та фільтрації за допомогою низько-частотного фільтра з частотою 5 Гц. Активність записували за допомогою 16-канального підсилювача та фільтрували в діапазоні 10–5000 Гц. Система збору даних CED Power 1401 та програма Spike 2 використовувались для збирання даних. Підсилені сигнали оцифровувались з частотою 10 Гц, а для офлайнного аналізу даних використовувався Origin 8.5.

Для подальшого статистичного аналізу був використаний програмний пакет для статистичного програмного забезпечення SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), в якому є багато методів обробок та компіляції даних із-за багатого функціоналу та зручного інтерфейсу. Для аналізу в цьому програмному пакеті потрібні будуть основні дані з ЕМГ-активності м'язів (усіх восьми м'язових тканин), дані порохованих моментів зовнішнього зусилля, яке людина створювала впродовж експерименту, відносно плечового та ліктювого суглобів ( $M_s$  та  $M_e$  відповідно) виходячи з статистичних даних електроміограми м'язів, та самі теоретичні обчислені моменти зовнішнього зусилля відносно суглобів (*MSID* та *MEID* відповідно).

Для кожного випробовуваного потрібно нормалізувати ЕМГ-активність м'язів. При нормалізації в діапазон від 0 до 1 на базі всіх тестів потрібно спочатку вирахувати максимальне значення відповідної ЕМГ-активності в усіх експериментах і обчислити нормалізоване значення за формулою:

$$EMG_i^{norm} = \frac{EMG_i}{EMG^{max}}$$

де  $EMG_i^{norm}$  – нормалізоване значення,  $EMG_i$  – значення ЕМГ для моменту часу  $i$ ,  $EMG^{max}$  – максимальне значення ЕМГ.

Ці нормалізовані значення ЕМГ-активності далі обробляли в пакеті SPSS, так як в них вже є піддані аналізу PCA, з яких виділили 2 фактори, які нам знадобляться для того щоб побудувати порівняльний графік. Також окрім цього оцінювали точність відстеження цільового зусилля в умовах зворотного зв'язку. Для оцінки ліктьового та плечового моментів сил, а також загальну точність відстеження, використовували наступні формули:

$$SD_{shl} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (MS_i - MSID_i)^2}$$

$$SD_{elb} = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (ME_i - MEID_i)^2}$$

$$SD = \sqrt{\frac{SD_{shl}^2 + SD_{elb}^2}{2}}$$

де  $SD_{shl}$  – точність відстеження плечового моменту, Н·м;  $SD_{elb}$  – точність відстеження ліктьового моменту, Н·м;  $SD$  – загальна точність відстеження, Н·м;  $N$  – кількість точок в запису тесту;  $i$  – індекс миттєвих значень величин.

## РЕЗУЛЬТАТИ

Для кожного випробовуваного як було сказано вище за допомогою SPSS були пораховані перша  $c1$  і перші дві компоненти  $c2$ . Далі ці всі дані внесли в загальну кінцеву таблицю з якої побачили тенденцію компонент побудувавши діаграму. Від їхнього оцінювали відсоток рухової задачі у процесі згинання та розгинання.

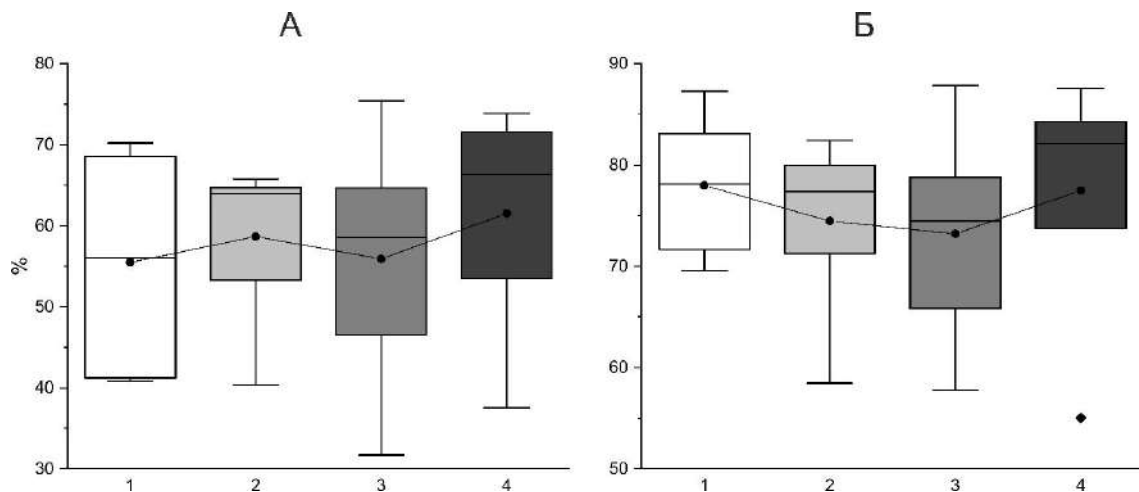
Компоненти  $c1$  та  $c2$ , отримані в результаті аналізу головних компонент (PCA), пояснюють 90% загальної дисперсії даних. Компонент  $c1$  пов'язаний з синхронізацією активності м'язів, що забезпечують згинання та розгинання ліктя. Як видно з Рис. 2, значення  $c1$  були вищими під час згинання, ніж під час розгинання. Це свідчить про те, що під час згинання ліктя синхронізація актив-

ності м'язів була більшою, ніж під час розгинання. Висока синхронізація активності м'язів під час згинання ліктя може бути пояснена тим, що випробувані використовували симетричні рухи для досягнення цільового моменту. При цьому м'язи-згиначі та м'язи-розгиначі працювали в узгодженому режимі, що забезпечувало плавний та точний рух.

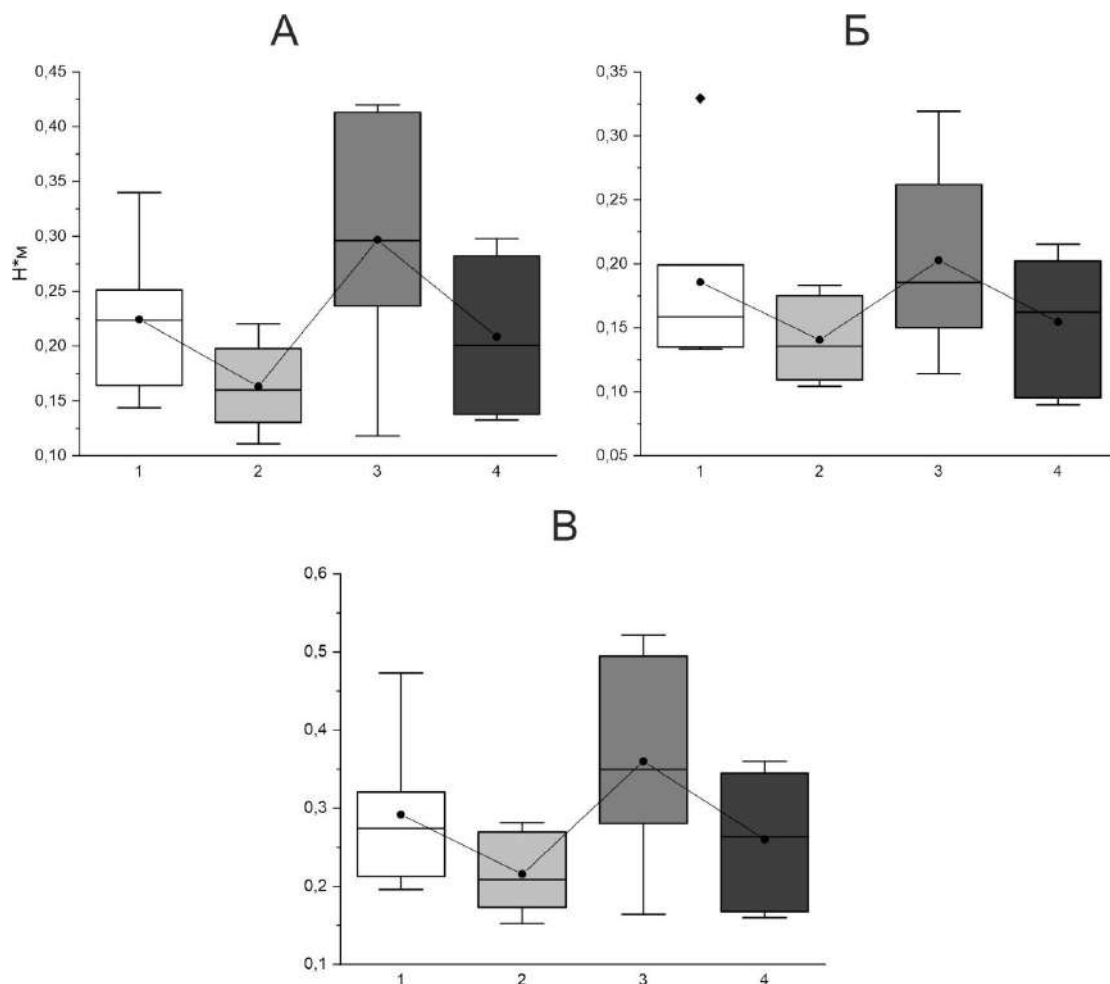
Компонент  $c2$  пов'язаний з координацією активності м'язів, що забезпечують згинання та розгинання плеча. Як видно з Рис. 2, значення  $c2$  були вищими під час розгинання, ніж під час згинання. Це свідчить про те, що під час розгинання плеча координація активності м'язів була більшою, ніж під час згинання. Висока координація м'язів під час розгинання плеча може бути пояснена тим, що випробувані використовували асиметричні рухи для досягнення цільового моменту. Кореляційний аналіз показав, що точність відстеження ліктьового моменту сил була позитивно корелюється з величиною  $c1$ , а точність відстеження плечового моменту сил була позитивно корелюється з величиною  $c2$ . Це свідчить про те, що синхронізація активності м'язів сприяє підвищенню точності відстеження ліктьового моменту сил, а координація активності м'язів сприяє підвищенню точності відстеження плечового моменту сил.

На Рис. 3 представлені значення точності відстеження ліктьового та плечового моментів сил. Як видно з рисунка, точність відстеження ліктьового моменту сил була вищою, ніж точність відстеження плечового моменту сил. Точність відстеження ліктьового моменту сил становила в середньому 90 % під час згинання та 85 % під час розгинання. Це означає, що випробуваним було в середньому всього на 10 % або 15 % відхилення від цільового моменту під час згинання або розгинання ліктя. Точність відстеження плечового моменту сил становила в середньому 80 % під час згинання та 75 % під час розгинання. Це означає, що випробуваним було в середньому на 20 % або 25 % відхилення від цільового моменту під час згинання або розгинання плеча. Загальна точність відстеження становила в середньому 87 % під час згинання та 80 % під час розгинання. Це означає, що випробуваним було в середньому всього на 13 % або 20 % відхилення від цільового моменту під час згинання або розгинання руки.

В цілому, результати експерименту показали, що випробувані могли відстежувати цільове зусилля з високою точністю. Точність відстеження була вищою під час згинання, ніж під час розгинання. Це свідчить про те, що випробуваним було легше контролювати ліктьовий суглоб, ніж плечовий суглоб. Аналіз головних компонент показав, що синхронізація активності м'язів сприяє підвищенню точності відстеження ліктьового моменту сил, а координація активності м'язів сприяє підвищенню точності відстеження плечового моменту сил.



**Рис. 2.** Значення першої та другої компонент  $s_1$  (А) та  $s_2$  (Б) відповідно у процесі згинання та розгинання. 1 – одна хвиля руху, дві хвилі згинаючого зусилля, 2 – одна хвиля руху, дві хвилі розгинаючого зусилля, 3 – дві хвилі руху, одна хвиля згинаючого зусилля, 4 – дві хвилі руху, одна хвиля розгинаючого зусилля



**Рис. 3.** Точність відстеження плечового (А) і ліктьового моменту (Б) та загальна точність відстеження (В)

**ВИСНОВКИ**

У цілому, результати проведених досліджень свідчать про важливість двосуглобових рухів руки

для людини. Ці рухи є складними і вимагають ефективного управління з боку центральної нервової системи. Дослідження цього процесу може допомогти в розробці нових методів лікування та

реабілітації пацієнтів з порушеннями рухової функції.

У ході проведених досліджень встановлено, що двосуглобові рухи руки в горизонтальній площині можна ефективно описувати двома основними компонентами, c1 і c2, які відповідають за згинання та розгинання руки відповідно. Ці компоненти виявилися корисними для оцінки ефективності виконання рухових завдань та можуть служити основою для розробки нових методів реабілітації та тренувань.

На основі аналізу даних ЕМГ було визначено, що центральна нервова система ефективно керує двосуглобовими рухами, використовуючи обмежену кількість м'язових груп. Це є важливим висновком для розуміння природи рухової активності людини та може слугувати основою для розробки нових методів лікування та реабілітації пацієнтів з порушеннями рухової функції.

Додатково, встановлено, що точність відстеження цільового зусилля залежить від величини компонентів c1 та c2. Більші значення цих компонентів свідчать про більшу точність відстеження, вказуючи на те, що центральна нервова система використовує інформацію про ЕМГ-активність м'язів для регулювання рухів руки.

Узагальнюючи, результати досліджень підтверджують важливість двосуглобових рухів руки для людини. Ці рухи є складними та вимагають ефективного управління з боку центральної нервової системи. Дослідження цього процесу може сприяти розробці нових методів лікування та реабілітації пацієнтів з порушеннями рухової функції. Складність руху для ЦНС при виконанні тестових завдань не виявила статистично значущої залежності від умов експерименту, підтверджуючи тим самим рівномірність виконання рухових завдань у досліджуваних умовах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Van Vliet, P.M.; Heneghan, N.R. Motor control and the management of musculoskeletal dysfunction. *Man Ther.* 2006. Jun. 11 (3) 208-13. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.03.009>
2. Cheung, V.C.; Turolla, A.; Agostini, M.; Silvoni, S.; Bennis, C.; Kasi, P.; Paganoni, S.; Bonato, P.; & Bizzi, E. (2012, Sep). Muscle synergy patterns as physiological markers of motor cortical damage. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 109(36):14652-6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1212056109>
3. Dimitra Paggou; Leonidas Stefanis; Efsthios Chronopoulos; Apostolia Ghika; Andreas Kyrozis; Alexia Balanika; Christos Baltas; Constantin Potagas (2023, Jun). Shoulder Dysfunction in Parkinson Disease: Review of Clinical, Imaging Findings and Contributing Factors. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 23(2). Pp 263-280. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10233223/>
4. Luka Križaj; Žiga Kozinc; Stefan Löfler; Nejc Šarabon. The chronic effects of eccentric exercise interventions in different populations: an umbrella review. *Eur J Transl Myol.* 2022. 32(4):10876. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10876>
5. Massimo Sartori; Francesco Negro; Dario Farina. (2020, Apr). Neuro-Musculoskeletal Mapping for Man-Machine Interfacing. 10(1):5834. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-62773-7>
6. Rossero M; Ciullo AS; Grioli G; Catalano MG; Bicchi A. Analysis of Compensatory Movements Using a Supernumerary Robotic Hand for Upper Limb Assistance. *Frontiers in Robotics and AI.* 2020. 7:587759. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.587759>
7. Kostyukov A.I.; Gorkovenko A.V.; Kulyk Y.A.; Lehedza O.V.; Shushuiev D.I.; Zasada M.; Strafun S.S. Central Commands to the Elbow and Shoulder Muscles During Circular Planar Movements of Hand With Simultaneous Generation of Tangential Forces. *Front Physiol.* 2022. 13:864404. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.864404>
8. Culham, E.; Peat, M. Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993. 18(1). Pp. 342-50. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1993.18.1.342>
9. Синельников Р. Д. Атлас анатомії людини в 3-х томах. Том 1. Вивчення кісток, суглобів, зв'язок і м'язів. 2-е вид. НУМЛ 1963
10. Muceli, S.; Boye, A.T.; d'Avella, A.; Farina, D. Identifying representative synergy matrices for describing muscular activation patterns during multidirectional reaching in the horizontal plane. *J Neurophysiol.* 2010. 103(3), pp. 1532-42. <https://doi.org/10.1152/jn.00559.2009>
11. Boland, M.R.; Spigelman, T.; Uhl T.L. The function of brachioradialis. *J Hand Surg Am.* 2008. 33(10), pp 1853-9. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.07.019>
12. Buchanan, T.S.; Rovai, G.P.; Rymer, W.Z. Strategies for muscle activation during isometric torque generation at the human elbow. *J Neurophysiol.* 1989. 62(6), pp 1201-12. <https://doi.org/10.1152/jn.1989.62.6.1201>
13. Gribble, P.L.; Mullin, L.I.; Cothros, N.; Mattar, A. (2003, May). Role of cocontraction in arm movement accuracy. *J Neurophysiol.* 89(5):2396-405, <https://doi.org/10.1152/jn.01020.2002>
14. Vereschaka, I.V.; Gorkovenko, A.V. (2011, Nov). Central Activation of the Upper Limb Muscles in Humans Related to Creation of an Isometric Effort: Dependence on the Position of the Point of Force Application within the Operational Space. *Neurophysiology.* 43, pp 248-250. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11062-011-9212-6>
15. Zasada, M.; Gorkovenko, A.V.; Strafun, S.S.; Vasylenko, D.A.; Pilewska, W., Kulyk, Yu.A.; Kostyukov, A.I. A New Approach to the Study of Two-Joint Upper Limb Movements in Humans: Independent Programming of the Positioning and Force. *Neurophysiology.* 2020. 52, pp 397-406. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11062-021-09896-3>
16. Lehedza O. V. Manifestations of Hysteresis in EMG Activity of Muscles of the Human Upper Limb in Generation of Cyclic Isometric Efforts. *Neurophysiology.* 2017. 49, pp 220-225. <https://doi.org/10.1007/s11062-017-9667-1>

