

ISSN 0206-5657

**ВІСНИК**  
ЛЬВІВСЬКОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ

СЕРІЯ БІОЛОГІЧНА

Випуск 89

2023

**VISNYK** | **ВІСНИК**  
**OF THE LVIV** | **ЛЬВІВСЬКОГО**  
**UNIVERSITY** | **УНІВЕРСИТЕТУ**

**Series Biology** | **Серія біологічна**

**Issue 89** | **Випуск 89**

Scientific journal | Збірник наукових праць

Published 3–4 issues per year | Виходить 3–4 рази на рік

*Published since 1962* | *Видається з 1962 року*

Ivan Franko | Львівський національний  
National University of Lviv | університет імені Івана Франка

2023

Друкується за ухвалою Вченої ради  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
Протокол № 54/9 від 27 вересня 2023 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію серія  
КВ № 14810-3581Р від 28 жовтня 2008 р.,  
перереєстровано як фахове видання України  
(наказ МОН № 409 від 17.03.2020 р.). Видання  
включене до Thomson Scientific Master Journal  
List (список ISI)

У “Віснику Львівського університету. Серія біологічна” опубліковані статті з актуальних проблем біології. Для наукових працівників, аспірантів і студентів старших курсів.

Papers on current problems in biology are published in the Visnyk. For scientific staff, Ph. D. students and Bachelors.

**Редакційна колегія:**

д-р біол. наук, проф. *В. Федоренко* – головний редактор; д-р біол. наук, проф. *В. Манько* – заступник головного редактора; *Н. Цимбалюк* – секретар; д-р біол. наук *А. Бабський*; канд. біол. наук, доц. *З. Мамчур*; д-р біол. наук, проф. *Н. Сибірна*; д-р біол. наук, проф. *Д. Санагурський*; канд. біол. наук, проф. *С. Гнатуш*; д-р біол. наук, проф. *Л. Тасенкевич*; д-р біол. наук, проф. *О. Терек*; д-р біол. наук, проф. *Й. Царик*; д-р біол. наук, проф. *Ю. Чорнобай* (Державний природознавчий музей НАН України); д-р біол. наук, проф. *Г. Антоняк*; д-р біол. наук *Б. Осташ*, канд. біол. наук, доц. *В. Гончаренко*; канд. біол. наук *М. Ватаманюк*; канд. біол. наук *О. Ватаманюк*; д-р біол. наук, проф. *М. Доліба*; д-р біол. наук *А. Лужецький*; канд. біол. наук, проф. *І. Медина*

Dr. Biol. Sci., Professor *V. Fedorenko* – Editor-in-Chief

Dr. Biol. Sci., Professor *V. Manko* – Assistant Editor

*N. Tymbalyuk* – Managing Editor

Відповідальні за випуск: *В. Федоренко, Н. Цимбалюк*

**Адреса редколегії:**

Львівський національний університет  
імені Івана Франка, біологічний факультет  
вул. Грушевського, 4  
Львів 79005, Україна  
тел.: (032) 239-47-86

**Editorial office address:**

Ivan Franko National University  
of Lviv, Biology faculty  
4, Hrushevskiy St.  
Lviv 79005, Ukraine  
tel. (032) 239-47-86

E-mail: [biovisnyk@lnu.edu.ua](mailto:biovisnyk@lnu.edu.ua)

<http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/index>

<https://doi.org/10.30970/vlubs.2023.89>

Редактор: Л. СІДЛОВИЧ

Комп'ютерна верстка: В. ДЕМЧУК

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ, ВИДАВЦЯ І ВИГОТОВЛЮВАЧА:

Львівський національний університет  
імені Івана Франка  
вул. Університетська, 1, Львів 79000, Україна  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої  
справи до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої  
продукції. Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Формат 70x100<sup>1/16</sup>  
Ум. друк. арк. 8,6  
Наклад 100 прим. Зам.

© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2023

**МЕТОДИКА УКЛАДАННЯ ОПИСУ МОРФО-АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ  
ПЛОДУ ЗА ДАНИМИ СВІТЛОВОЇ МІКРОСКОПІЇ**

*А. Одінцова*

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: amorpha@ukr.net*

Світлова мікроскопія, поряд із новітніми методами дослідження морфо-анатомічної структури плоду, зберігає своє значення у сучасній карпології як просте й універсальне джерело нових наукових фактів. У цій публікації представлено якомога ширшу інформацію про характеристики частин плоду, які можна вивчати на свіжому або фіксованому матеріалі у процесі мікроскопіювання. Наведено методичні рекомендації щодо підготовки матеріалу для дослідження, використання методів мікротехніки, гістохімії та мікроскопії, послідовності укладання опису, перелік структур, які необхідно описати на досліджуваному матеріалі, тобто вказати наявність і особливості цієї структури. Укладаючи опис будови плоду, пропонуємо подавати відомості у такій послідовності: екзоморфні характеристики плоду, мікроморфологія й анатомія плоду, особливості дезінтеграції плоду. Екзоморфні характеристики плоду охоплюють розміщення, форму, розміри, колір, тип поверхні, опушення частин плоду, їхнє опадання під час дозрівання плоду, а також інші особливості. Розглянуто характеристики плодоніжки, покривів плоду, плодоложа, зав'язі, стовпчика й інших частин плоду. Мікроморфологія плоду охоплює вивчення внутрішньої структури зав'язі, яку можна виявити із застосуванням анатомічних і мікроскопічних методів, на зрізах плоду, представлених на тимчасових або постійних препаратах, а саме: кількість і форму гнізд у зав'язі, особливості перегородок, центральної колонки, плацент і насінин, вертикальну зональність гінецея. Загальну анатомію частин плоду описують так само, як анатомію стебла і листкових органів, залежно від ідентичності цієї частини до осі (квітколоже) чи філома (плодолисток). Васкулярну анатомію плоду характеризують як частину нодальної структури квітколожа, тобто подають спосіб формування слідів плодолистків і насінних зачатків, кількість, тип і розміщення провідних пучків в оплодні тощо. Структурні особливості дезінтеграції плоду зазначають як диференціацію відокремлюваного шару, механічних тканин, формування борозенок уздовж ліній майбутнього розкривання, розпадання або опадання плоду. Знання детального переліку морфо-анатомічних характеристик плоду дасть можливість виявити ознаки, які вперше підлягають вивченню для обраного об'єкта дослідження та які потенційно можуть бути використані у галузі таксономії, еволюційній морфології та інших галузях ботаніки.

*Ключові слова:* гінецей, зав'язь, оплодень, мікроморфологія, розкривання плоду

Укладання опису морфо-анатомічної будови плоду є першим кроком у будь-якому карпологічному дослідженні. На підставі опису здійснюють порівняльний аналіз структури плоду у різних видів рослин, вивчення розвитку плоду та його еволюції [14, 47, 50, 61, 62, 64, 66, 68], діагностування близьких видів [34]. Інформацію про зовнішньоморфологічну, мікроморфологічну й анатомічну будову плоду можна використовувати для різних цілей –



створення визначників рослин у стані плодоношення [10], з'ясування морфологічної еволюції досліджуваної групи рослин, вивчення генетичної регуляції морфогенезу плоду та для інших потреб, наприклад, для з'ясування раціону тварин, способів поширення бур'янів, аналізу шляхів рознесення карантинних видів тощо.

У сучасній ботаніці є чимало новітніх методів дослідження органів рослини. Так, методика сканувальної електронної мікроскопії (СЕМ) дає змогу вивчити ультраструктуру поверхні плодів і насінин, особливості епідермальних трихомів і продихів [33, 46, 65]. Методика трансмісійної електронної мікроскопії допомагає виявити функціональний стан протопластів клітин і будову клітинних оболонок, видільні структури в оплодні, клітинні включення, ідіобласти й інше [63]. Використовують також конфокальну [43, 49, 63] та флуоресцентну лазерну мікроскопію [32, 35], які дають змогу вивчати молекулярний склад і компоненти рослинних клітин із великою глибиною поля зору, а також рентгенівську мікротомографію [51]. Проте ці методи мікроскопії в Україні поки що є малодоступними і високовартісними. Натомість, світлова мікроскопія є оптимальною для швидкого отримання даних про мікроморфологічну і тканинну структуру плоду за мінімального обладнання і часу підготовки дослідження [31, 43].

Мета публікації – навести розширений план морфо-анатомічного опису плоду, який можна укласти за допомогою найпростіших методів світлової мікроскопії та ботанічної мікротехніки. У цій публікації ми намагалися, ґрунтуючись на власних дослідженнях [17, 19, 22, 29, 30, 45], представити якомога ширшу інформацію про характеристики частин плоду, на які слід звертати увагу під час мікроскопіювання. Наведений нижче перелік рекомендацій і опис характеристик плоду не може вважатися вичерпним, оскільки величезне різноманіття плодів передбачає наявність великої кількості унікальних ознак і потребує відповідних підходів до їхнього аналізу. Зважаючи на цілі кожного окремого дослідження, опис може бути більш чи менш обмежений. Наведений план дасть змогу оцінити обсяг характеристик плоду, які потенційно можна використовувати надалі у галузі таксономії, в еволюційній морфології та інших галузях ботаніки.

У роботі ми поєднали методичні аспекти вивчення екзоморфології, мікроморфології, анатомії та способу дезінтеграції плоду. Здійснювати дослідження всіх цих аспектів структури плоду вважаємо необхідним для комплексного аналізу організації плоду на рівні органів і тканин. Зокрема, опис морфо-анатомічної будови плоду може бути доповнений вивченням онтоморфогенезу плоду, який становить підґрунтя для з'ясування еволюції плоду [18, 38]. Зазвичай карпологічний аналіз передбачає дослідження не тільки оплодня, але й насінин, але в даній публікації ми обмежилися тільки методикою, присвяченою вивченню зав'язі та покривів плоду.

Укладаючи опис плоду, пропонуємо подавати відомості у такій послідовності: екзоморфні характеристики плоду, мікроморфологічні й анатомічні ознаки, особливості розкривання, розпадання або опадання плоду. Нижче представлено перелік структур, які необхідно описати на досліджуваному матеріалі, тобто вказати наявність, форму, розміри, інші особливості цієї структури, проілюструвати її рисунками і фотографіями. Для вивчення онтоморфогенезу плоду необхідно збирати матеріал на кількох стадіях розвитку, розпочинаючи дослідження зі стадії бутону, а завершувати його на стадії розкритого (або готового до розпадання чи опадання) плоду [18]. При цьому необхідно враховувати мінімум 2-3 стадії процесу плодоношення, від початку формування плоду до дисемінації.

#### **Екзоморфні характеристики плоду**

Вивчаючи зовнішню морфологію плоду, доцільно послуговуватися методичними рекомендаціями Кадена [9], Кадена та Смірної [11, 12], які є найбільш детальними і точними. Для стандартизації морфологічних характеристик гінецею та плоду можна скористатись Атласами з описової морфології суцвіття [25], квітки [24] та плоду [1], де

представлено латинські відповідники усіх термінів, а також досі актуальною працею Eames [40]. Ілюстрований довідник з морфології рослин [5] є прикладом україномовної термінології, щоправда, значно коротшим.

Для опису морфологічної будови плоду часто буває достатньо застосовувати стереомікроскоп із мірним окуляром (зі збільшенням у 10–20 разів), штангенциркуль і лінійку. Матеріалами є тотальні препарати свіжозібраних, сухих або зафіксованих плодів. Фіксацію плодів для мікроскопічних досліджень здійснюють, як правило, у 70 % етанолі або у фіксаторі FAA [20]. Кількість матеріалу для карпологічних досліджень залежить від мети дослідження, але за критичних умов передбачено використання мінімального обсягу матеріалу (кількох плодів) для вивчення загальної морфології, якщо не планується проводити морфометричний аналіз даних. За необхідності застосування статистичних методів аналізу даних кількість зразків необхідно збільшити до статистично значущої вибірки (мінімум 30 зразків).

Прийнято укладати опис будь-якої морфологічної структури знизу вгору та ззовні до центру [11, 12], тобто починати укладати опис потрібно від квітконіжки до стовпчика маточки і від покривів плоду до зав'язі. Для кожної частини плоду зазначають елементи опису в такій послідовності: кількість, розміщення, форма, розміри, колір, тип поверхні (блиск, горбкуватість, смугастість), опушення, опадання під час дозрівання плоду, а також особливості, зазначені в табл. 1.

Розміри плоду та його частин слід вимірювати, враховуючи стадію розвитку, на якій здійснюють дослідження. Оскільки плід збільшується в розмірах порівняно з зав'яззю квітки у сотні й тисячі разів, то виміри плоду можуть суттєво відрізнятися залежно від стадії розвитку. Дані, отримані без урахування цього, не будуть достовірними під час порівняння. Щільність опушення плоду і щільність продохів також можуть змінюватися з часом через опадання волосків і збільшення розмірів плоду.

Зовнішні морфологічні характеристики плодів використовують таксономісти як діагностичні ознаки для надвидових таксонів [34] завдяки легкій доступності навіть у польових умовах. Таку ж роль відіграють і відомості про структуру поверхні плодів. Тому особливості опушення всіх частин плоду та рельєфу поверхні ми також долучаємо до екзоморфних характеристик плоду. Поверхня плоду може бути блискучою, матовою, оксамитовою від притиснутих волосків або папіл. Рельєф поверхні частин плоду може бути рівний, ребристий, горбкуватий, крилатий, борозенчастий, ямчастий, сітчастий, комірчастий, шипикуватий, жолобчастий, лускуватий та ін. Зазначають напрям розміщення елементів рельєфу, кількість, рівномірність, варіабельність. Елементи рельєфу можуть поєднуватися, наприклад, ребра можуть бути вкриті шипиками, зморшками і т. п. [11]. Плоди (і їхні окремі частини) бувають голими (без волосків) або опушеними. Епідермальні трихоми бувають прості або залозисті, дуже різноманітні за кількістю клітин, розмірами, формою, напрямком (притиснуті або відстовбурчені) і розміщенням (рівномірно або на певних ділянках плоду) [16]. Деякі особливості екзоморфології плоду представлено на рис. 1.

У представників деяких родин наявні особливі плоди з придатками, наприклад, зернівка в родині *Roasaeae* часто опадає разом із частиною колоска і колосковими лусками, сім'янка в роді *Carex* оточена мішечком (*utricle*), а в інших видів *Suregaseae* – волосками або щетинками з редукованої оцвіттини, сім'янка *Asteraceae* часто має чубок (*pappus*) із волосків, який походить з чашечки, стручок *Brassicaceae* містить такі складові: рамка, дві стулки, несправжня перетинка і стовпчик [1, 14, 16]. Усі ці частини потребують ретельного опису. За наявності супліддя зазначають тип суцвіття, тип плоду, наявність і стан покривів, особливості розміщення і дисемінації окремих плодів. Концепція супліддя не має однозначного визначення [1, 6, 14, 23], тому за наявності сильно конденсованих плодів на рослині доцільно описати структуру суцвіття (колос, початок, кошик, головка) та його стан під час плодоношення.

## Морфологічні особливості частин плоду та прилеглих органів

Частина плоду та прилеглі органи	Характеристики, які наводять в описі
Плодоніжка* (квітконіжка при плоді)	Тип суцвіття. Плодоніжка: наявність, положення в просторі, опадання разом з плодом, видовження квітконіжки при плоді.
Покриви плоду*	Плід буває сидячий, занурений у квітколоже або у вісь суцвіття Тип покривів, що зберігаються при плоді (приквіткові листки, підчаша, чашечка, віночок, проста оцвітина), консистенція покривів, участь у дисемінації або привабленні агентів під час зоохорії. Зазначають, чи покрив зростається з оплоднем, огортає плід частково або повністю, змикається над ним або склеюється на верхівці. Плід без покривів називають голим плодом. Покрив плоду з нижньою зав'яззю називають обгорткою плоду, яка зазвичай сформована з приквіткових листків
Плід	Тип плоду за морфогенетичними характеристиками: збірний чи простий плід, зав'язь плоду верхня, напівнижня або нижня, кількість насінин у плоді (багато-, мало-, однонасінний), тип оплодня (сухий, соковитий, кістянкоподібний плід)
Плодоложе і карпофор*	У синкарпному плоді плодоложе об'єднано з зав'яззю, тому окремо не характеризується. Є випадки, пов'язані з розростанням плодоложа, формуванням гіпантія, нектарного диску, шпорки та ін. Стан цих структур на стадії плодоношення необхідно з'ясувати. Карпофор – це видовжене квітколоже, гінофор або андрогінофор у плоді. Карпофором також називають колонку у плоді вислоплідник (Ariaceae). У збірних плодах зазначають форму плодоложа, наявність лусочок, волосків
Ніжка плоду*	Ніжка плоду (англ. <i>stipe</i> ) - це нижня частина маточки, звужена і видовжена як стебло (Fabaceae). Її не слід плутати з плодоніжкою і карпофором
Зав'язь плоду (або плодика)	Зазначають форму, розміри, наявність крил, борозенок, шипів чи інших структур, які сформувалися під час періоду плодоношення і яких не було у зав'язі на стадії квітки
Носик плоду*	Носик плоду - це верхня звужена частина зав'язі, яка не містить насінин (Brassicaceae). Її не слід плутати зі стовпчиком
Стовпчик*, стилодій*, стилоподій*	Наявність стовпчика, стилодіїв або їхніх залишків на плоді. Стовпчик ми розглядаємо як середню частину синкарпної маточки (між зав'яззю і приймочкою), сформовану зрослими між собою плодолистками. Стилодії – це верхні частини окремих маточок в апокарпному гінцеї або верхівки плодолистків, на які розділяється стовпчик у гінцеї зі спільною зав'яззю ( <i>Malus</i> ), або верхні частини плодолистків, на які розділяється зав'язь ( <i>Hypericum</i> ). Слід вказати, чи набувають стовпчик і стилодії додаткових функцій при плоді, чи опадають (поступово чи раптово). Якщо приймочка сидяча ( <i>Papaver</i> ), вказати це, оскільки тоді на плоді можуть зберігатися залишки приймочки. Стилоподій – це дві нектароносні подушечки (нектарний диск) на зав'язі Ariaceae, які є основою для стилодіїв
Частини збірного плоду*	Описують плодоложе (див. вище), розміщення плодиків (спіральне, циклічно), кількість плодиків, тип і будову плодика, наявність карпідіофора (ніжки у плодика)
Частини дробного плоду*	Кількість мерикарпіїв, наявність колонки, будова мерикарпії, кількість насінин у мерикарпії. Ці особливості досліджують у зрілому плоді, на стадії його розпадання (Ariaceae, <i>Galium</i> , <i>Acer</i> , <i>Malva</i> )
Частини членистого плоду*	Кількість члеників або напівчлеників, будова членика, кількість насінин у членику, диференціація члеників. Ці особливості досліджують у зрілому плоді, на стадії його розпадання ( <i>Raphanus</i> , <i>Coronilla</i> )

## Закінчення табл. 1

Частини ценобію*	Форма карпобазиса й еремів. Ереми – це однонасінні половинки плодолистків у гінецеї Boraginaceae, Lamiaceae, <i>Verbena</i> , <i>Callitriche</i> . Карпобазис – це розросле квітколоже під зав'яззю, яке функціонує як нектарний диск під час цвітіння. Ценобій досліджують у зрілому плоді, на стадії розпадання
Частини однонасінного плоду*	Розміщення зав'язі на плодоложі (апикальне, субапикальне), трансформація оцвітини у плоді (fruiting perianthium)

**Примітка:** \* – необов'язкова частина плоду



Рис. 1. Екзоморфологія та розкриття плоду *Hibiscus syriacus* L.: 1 – розкрита квітка; 2 – малоквіткове суцвіття з квітками на різних стадіях розвитку (до цвітіння, після цвітіння); 3 – суцвіття на стадії плодоношення, помітно, що чашечка та підчаша у плодах неопадні, розростаються раніше, ніж зав'язь плоду, основа стовпчика зберігається, на поверхні плоду помітні поздовжні борозенки задовго до розкриття плоду; 4 – молодий плід з розпрепарованою чашечкою і роздільнопелюстковим віночком, який відривається в основі й поступово зсувається догори зав'яззю, що розростається; 5 – нерозкритий зелений плід; 6 – розкритий плід і насінини, помітна тонка центральна колонка між стулками плоду (позначена стрілкою)

Вивчаючи плоди на різних стадіях розвитку, доцільно звертати увагу на пост-антетичні зміни: зміну положення плоду у просторі, опадання частин оцвітини, тичинок,

стовпчика, зміну розмірів і пропорцій зав'язі, кольору, консистенції, розшарування оплодня та ін. Важливо занотувати послідовність цих змін, їхній час у процесі плодоношення.

За наявності достатнього матеріалу слід звертати увагу на диференціацію плодів на суцвітті, генеративному пагоні, на одній особині, в межах досліджуваного матеріалу (популяції, вибірки). Частина цих явищ може виявитися проявом гетерокарпії [1, 2]. Також можна спостерігати відмінність плодів, сформованих із двостатевих і жіночих квіток (за дводомності й гінодієції), з квіток довгостовпчикових і короткостовпчикових морф (за гетеростилії), з надземних і підземних квіток (за геокарпії), з відкритих і закритих квіток (за клейстогамії) [13].

### **Мікроморфологія гінецею на стадії квітки і плоду**

Мікроморфологію ми визначаємо як тонку структуру поверхонь органів рослини, яку можна виявити лише із застосуванням анатомічних і мікроскопічних методів, тобто на зрізах органа або за допомогою СЕМ. До цієї частини опису плоду належить вивчення внутрішньої структури зав'язі на стадії квітки (anthetic ovary) і плоду (fruiting ovary). Мікроморфологія плоду охоплює складну геометрію адаксіальних поверхонь плодолистків, кількість і форму гнізд у зав'язі, розміщення плацент і насінин. Часто цю частину дослідження здійснюють лише на стадії квітки, оскільки у плоді зав'язь суттєво трансформується, що утруднює інтерпретацію результатів. Матеріалами дослідження є тотальні препарати і зрізи свіжозібраних або зафіксованих плодів. Вивчення мікроморфології зав'язі може потребувати виготовлення постійних препаратів із мікромомних зрізів [20, 31]. Для дослідження можна використовувати стереомікроскоп з мірним окуляром або мікроскоп (збільшення  $\times 40$ – $100$ ). Для багатьох структур доцільно провести виміри під мікроскопом. Розміри об'єкта на препаратах вимірюють за допомогою оптичних мірних приладів (окуляр-мікрометр і об'єкт-мікрометр) або цифрового окуляра і програмного застосунку до нього.

У світовій літературі приклади вивчення мікроморфології гінецею наведені у монографічних працях, присвячених будові квітки [40–42, 52, 53], а україномовні відомості з цього питання найкраще викладено у Новікова і Барабаш-Красни [16]. Послідовність опису оплодня, плацент і перегородок плоду наведено у Кадена і Смірнкової [11]. Дослідження мікроморфології синкарпного гінецею/плоду охоплює характеристику стінок, гнізд, перегородок, центральної колонки, даху й основи зав'язі, тип плацентції, розміщення і кількість насінин на плацентах, наявність абортіваних насінин (табл. 2). Мікроморфологія гінецею важлива для виявлення його вертикальної зональності, а саме зазначення наявності, довжини, частки у зав'язі, наявності плацент у синасцидіатній, симплікатній, гемісимплікатній і асимплікатній зонах [3, 4, 26, 45, 53, 57–59]. Вертикальну зональність визначають за наявністю перегородок у зав'язі, характером вентральних швів та зростанням плодолистків між собою [16]. За наявності септального нектарника у гінецеї деяких однодольних рослин слід вказати його стан у періоді плодоношення. Деякі особливості мікроморфології плоду представлено на рис. 2.

### **Анатомія оплодня і перегородок плоду**

Анатомія оплодня охоплює тканинну організацію стінок плоду, яка може розглядатись у статичному аспекті, на стадії зрілого плоду, або як гістогенез оплодня, тобто диференціація тканин під час розвитку плоду [18]. Для опису анатомічної будови плоду використовують мікроскоп і ті ж препарати, що і для дослідження мікроморфології плоду. Тому описи анатомічної будови часто об'єднують з описами мікроморфології плоду [48, 54, 60]. Анатомію оплодня можна вивчати на тимчасових або постійних препаратах. Якщо препарати зроблено на стадії цвітіння або на ранній стадії розвитку плоду, необхідно повторити дослідження на більш пізній стадії розвитку плоду, оскільки диференціація тканин плоду може тривати до повного його дозрівання. Необхідно вивчати як поперечні зрізи плоду, так і поздовжні, оскільки деякі структури витягнуті вздовж осі плоду.

Таблиця 2

Мікроморфологічні особливості гінецею на стадії квітки і плоду

Частина опису	Характеристики, які наводять в описі
Будова зав'язі на поперечному перерізі в нижній, середній і верхній частині плоду (або на серії зрізів)	Товщина стінки і перегородок плоду, консистенція стінки і перегородок плоду (соковита, м'ясиста, суха, здерев'яніла, плівчата, шкіряста, губчата, коркова, кам'яниста, ослизнена і т. д.), кількість і форма гнізд, наявність рудиментів гнізд, спосіб розміщення насінних зачатків: тип плацентації (маргінальна, ламінальна, центрально-кутова, парієтальна, центрально-колончаста, базальна, апікальна), кількість рядів насінних зачатків, форма плацент (дрібні, розрослі, дволопатеві), обсяг плацент щодо розмірів гнізда (заповнюють все гніздо, займають невелику частину і т. д.), консистенція плацент (здерев'янілі, драглисті, залозисті та ін.), форма рубчиків від насінин на плаценті, наявність і форма центральної колонки, наявність вентрального шва у плодолистків (зімкнутий, розкритий)
Будова зав'язі на поздовжньому перерізі в медіанній площині гнізда (радіальний зріз) і тангентальний зріз	Форма гнізд на поздовжньому перерізі, товщина / відносна товщина основи (дна) зав'язі, товщина / відносна товщина даху зав'язі (у %), вертикальна протяжність плацент, центральної колонки, відкритих вентральних ділянок швів плодолистків, положення насінних зачатків на плаценті (звисяючі, прямостоячі, горизонтально відхилені), наявність абортіваних (недорозвинутих) насінин
Вертикальна зональність гінецею (вивчається на серії поперечних зрізів зав'язі)	Наявність синасцидіатної/гемісинасцидіатної, симплікатної, гемісимплікатної та асимплікатної зони. Довжина / відносна довжина цих зон (у %).
Особливі структури у зав'язі (за наявності)	Переважаюча зональність вивчають на стадії квітки або молодого плоду Апікальні септи – вертикальні, звисяючі з даху зав'язі короткі перегородки у тангентальній площині гнізд, які відділяють їх від основи стовпчика. Гінобазичний стовпчик, також занурений у дах зав'язі стовпчик – стовпчик, основа якого міститься нижче верхівки зав'язі, ніби вп'ячений у зав'язь. Додаткові медіанні септи – вертикальні перегородки з основи або з верхньої стінки зав'язі у медіанній площині гнізд, які розділяють їх поздовжньо надвоє частково або повністю. Поперечні «несправжні» перегородки у зав'язі. Внутрішній рельєф у гніздах зав'язі (ребра, борозенки, нерівності)

У дослідженні застосовують гістохімічні методи виявлення речовин, які зумовлюють диференціацію клітин оплодня, зокрема, кольорові реакції на лігнін, суберин, олії, кутин, пектини, таніни, крохмаль та інші речовини [20, 31]. За використання тимчасових препаратів найчастіше проводять флороглюцинову реакцію зі соляною кислотою на виявлення здерев'янілих оболонок трахеальних елементів ксилеми та здерев'янілої паренхіми. За використання постійних препаратів для фарбування цих тканин часто застосовують розчин сафраніну. За необхідності проводять вимірювання товщини шарів тканин і розмірів клітин під мікроскопом.

Анатомію плоду традиційно розглядали у двох напрямках досліджень: загальну анатомію стінки плоду [15, 36, 62] та організацію провідної системи, яку вивчали на стадії квітки як метод васкулярної анатомії квітки [28, 44, 69]. Основні досягнення цих напрямів розглянуто в розділі «Гістогенез оплодня» у нашій попередній статті [18]. З огляду на різну історію цих досліджень, вважаємо за необхідне розглядати окремо загальну анатомію оплодня та васкулярну анатомію плоду.



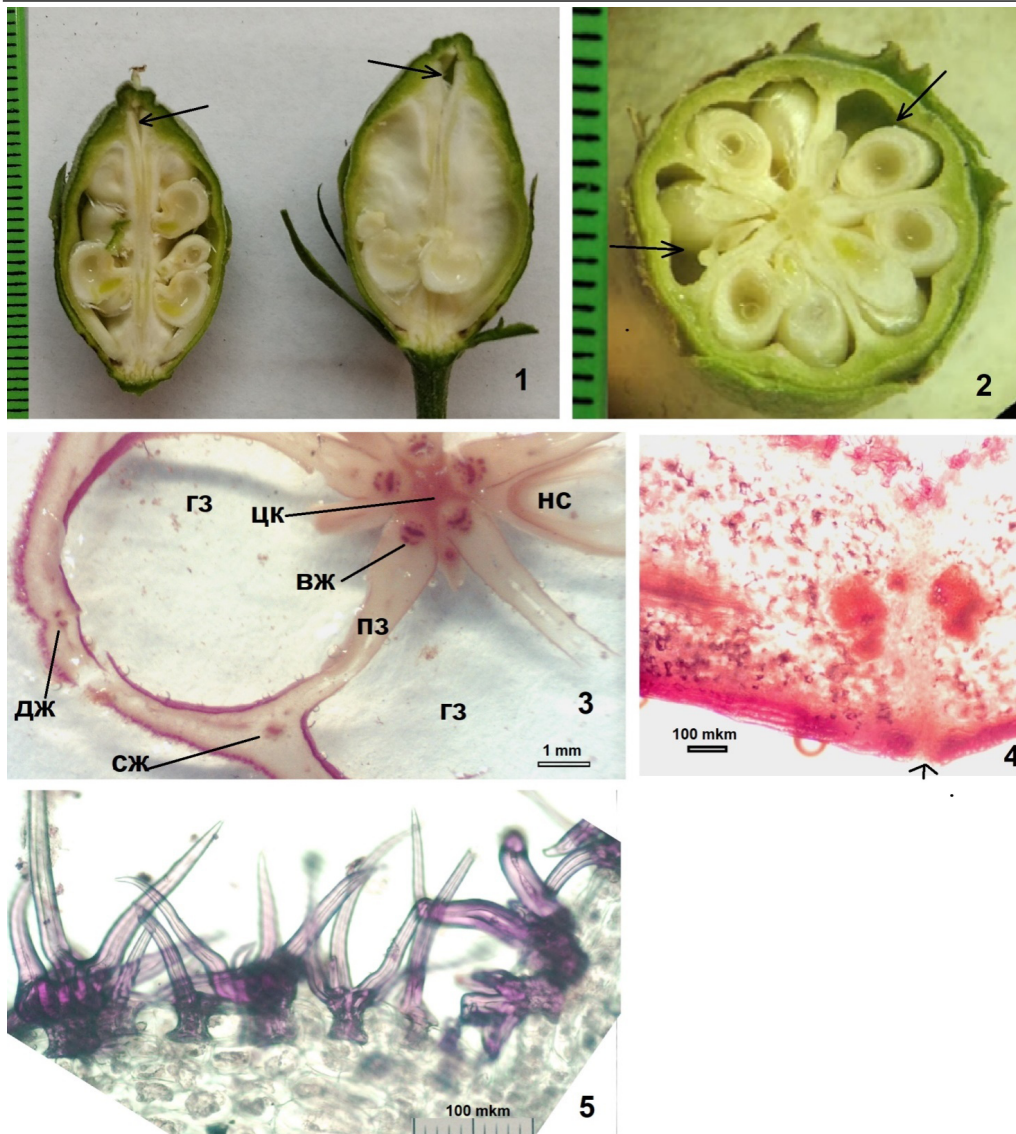


Рис. 2. Мікроморфологія і анатомія плоду *Hibiscus syriacus* L.: 1 – поздовжні розрізи плоду в тангентальній та радіальній площинах, помітно тонкі стінки плоду, насінини кріпляться від основи до верху гнізд, великі, кампілотропні, заповнюють усе гніздо, перегородки плоду розходяться вгору (позначено стрілкою); 2 – поперечний розріз у середній частині плоду, помітно, що три гнізда є більшими, ніж інші два (які позначено стрілками), перегородки плоду тонкі, насінини розміщені дворядно на плацентах, вентральні шви плодолистків зімкнуті, але не злиті між собою; 3 – поперечний зріз оплодня, реакція з флороглюцином, помітно здерев'янілий ендокарпій і внутрішні шари мезокарпію (вж – складна багатопучкова вентральна жилка, гз – гніздо зав'язі, дж – подвійна дорзальна жилка, нс – насінина, пз – перегородка зав'язі, сж – септальна жилка, цк – центральна колонка); 4 – оплодень у ділянці дорзальної жилки, здерев'янілий ендокарпій знизу, стрілкою позначено майбутню щілину розкривання; 5 – здерев'янілі зірчасті волоски на поверхні екзокарпію

Загальну анатомію частин плоду описують так само, як анатомію стебла і листових органів, залежно від ідентичності цієї частини до осі (квітколоже) чи філома (плодолисток) [28]. В описі слід охарактеризувати тканинну структуру стінки плоду, перегородок, плацент і центральної колонки (табл. 3), яка може мати осьове походження (тобто являти собою продовження квітколожа). У плодах із верхньою зав'яззю оплодень (стінка плоду) називають також перикарпій, перикарп, натомість у плодах із нижньою зав'яззю стінка плоду вважається зіставленою з тканин плодолистків і зовнішніх тканин, прирослих до зав'язі [21]. Термін перикарп не рекомендують застосовувати в цьому разі, зберігаючи описовий термін «стінка плоду» (fruit wall). Це пов'язано з концепцією плоду-перикарпію як «справжнього» плоду, що складається тільки з плодолистків і насінин. Плід, який містить й інші частини квітки (квітколоже, квіткову трубку, гіпантій та ін.) називають плодом-антокарпієм [67], або «несправжнім» плодом.

Таблиця 3

Анатомічні особливості оплодня й інших частин плоду

Частина плоду	Характеристики, які наводять в описі
Плодоніжка*, карпофор*, осі суцвіття*, що входять до складу діаспори	Тканинна організація в межах анатомо-топографічних зон, які виділяють у стеблі, – покривна зона (епідерма), первинна кора, центральний циліндр. Васкулярна анатомія: тип провідного циліндра (пучковий, суцільний), кількість провідних пучків, їхній тип
Покриви плоду*: приквітка, приквіточка, члени оцвіттини (чашолистки, пелюстки або листочки просто оцвіттини) Плодоложе / гіпантій*	Тканинна організація в межах анатомо-топографічних зон, які виділяють у листку, – верхня епідерма, мезофіл, нижня епідерма. Васкулярна анатомія: нодальна анатомія членів оцвіттини (скільки пучків входить у листочок, скільки лакун вони формують), жилкування  Особливості епідерми та основної паренхіми. У гіпантії описують зовнішню і внутрішню епідерму (основні клітини, продихи, трихоми, лігніфікація), кількість шарів паренхіми між ними. Васкулярна анатомія: організація стели, послідовність формування слідів членів оцвіттини, тичинок і плодолистків Товщина (в мікрометрах і в кількості шарів клітин).
Оплодень плоду з верхньою зав'яззю (стінка плоду, перикарпій), ніжка* плоду	Екзокарпій: основні клітини, продихи, трихоми, кількість шарів (якщо клітини діляться у радіальному напрямку), лігніфікація. Мезокарпій: диференціація шарів (однотипний чи має кілька шарів тканин), лігніфікація (наявність шарів здерев'янілої паренхіми у зовнішній, середній чи внутрішній частинах), ідіобласти, вмістилища, кристалоносні шари. Ендокарпій: основні клітини, продихи, трихоми (intralocular trichomes), кількість шарів (якщо клітини діляться у радіальному напрямку), лігніфікація. Васкулярна анатомія: дорзальні пучки плодолистків: прості, подвійні, редуковані, вентральні пучки плодолистків (ці пучки зазвичай розміщені в центральній колонці): парні, медіанні, участь у формуванні слідів насінних зачатків, додаткові (латеральні, дорзо-латеральні пучки плодолистків): наявність, кількість. Вказати, чи наявні сітчасті анастомози між різними пучками, чи є сліпі закінчення пучків. Живлення насінних зачатків (ovules supply) від вентральних пучків (центральньо-осьове) або від пучків у стінці зав'язі (трансспетальне) [44]



## Закінчення табл. 3

Оплодень* плоду з нижньою зав'яззю (дані додають до характеристик попереднього пункту)	Наявність чіткої межі між тканиною плодолистків і зовнішніми екстракарпельними тканинами. Васкулярна анатомія: моноциклічне або поліциклічне розміщення провідних пучків у стінці плоду, наявність горизонтальних кільцевих пучків (girdling vascular bundles), кількість і розміщення висхідних пучків (ascending vascular bundles) – стовбурових пучків, які формуються під час об'єднання слідів листочків оцвітини, тичинок і дорзальних пучків плодолистків, що проходять у стінці нижньої зав'язі до квітконіжки. У квітці з нижньою зав'яззю осевого походження (Cactaceae, Myrtaceae) бувають наявні низхідні пучки (recurrent bundles) – пучки верхньої ділянки квітколожа, яка впинається в середину нижньої ділянки під час розвитку (інвагінації) квітколожа [21] Товщина (в мікрометрах, кількість шарів клітин). Епідерма: основні клітини, продихи, трихоми, лігніфікація. Паренхіма: типи тканин, лігніфікація.
Перегородки плоду*	Васкулярна анатомія: наявність провідних пучків, які з'єднують пучки у стінці зав'язі й центральній колонці Епідерма: залозистий характер; паренхіма: тип тканин, лігніфікація.
Плаценти	Васкулярна анатомія: розгалуження пучків у багатонасінних плацентах
Центральна колонка*	Епідерма: основні клітини, трихоми, секреторний характер, лігніфікація. Паренхіма: типи тканин, лігніфікація. Наявність вентральних швів плодолистків, представлених двома рядами епідермальних клітин. Васкулярна анатомія: провідна система (циліндр чи провідні пучки), наявність і кількість вентральних пучків плодолистків (див. вище)

**Примітка:** \* – необов'язкова частина плоду

Є також відмінності у визначеннях ендокарпія в різних дослідників. Так, ендокарпій вважають внутрішньої зоною оплодня, особливо виділяючи його як здерев'янілий шар з одного або багатьох рядів клітин [62]. З іншого боку, ґрунтуючись на концепції гістогенетичних зон оплодня, ендокарпій розглядають тільки як похідне адаксіального епідермісу плодолистків [11, 15]. Ми дотримуємося другого підходу, оскільки він продуктивний у порівняльно-карпологічному аналізі [18].

В анатомічному дослідженні слід звертати увагу на секреторні структури плоду (їхню наявність і стан) – молочники, лізигенні та схізогенні вмістилища, ділянки залозистого епідермісу (у провідниковому тяжі, у септальних і поверхневих нектарниках), а також на кристалоносні зони, ідіобласти, включення крохмалю, облітеровані шари клітин тощо [28].

Під час вивчення загальної анатомії плоду також слід звертати увагу на механічні тканини, адже вони забезпечують захисні функції плоду і механізм його розкривання. До механічних (арматурних) конструкцій плоду належить коленхіма, склеренхіма та провідна система, яка містить трахеальні елементи у ксилемі та волокна у складі флоєми. Упродовж розвитку плоду часто формуються чи підсилюються здерев'яніла паренхіма або паренхіма з потовщеними целюлозними, але не здерев'янілими вторинними оболонками [27, 62].

Васкулярну анатомію плоду характеризують як провідний циліндр, що продовжується у квітколоже з квітконіжки й послідовно продукує сліди членів оцвітини, тичинок і плодолистків [28]. Найскладнішу організацію має провідна система зав'язі, яка зазвичай складається з кількох типів провідних пучків у стінці зав'язі та в центральній

колонці зав'язі, котрі можуть між собою з'єднуватись анастомозами. Провідна система у плоді, порівняно з квіткою, може збагачуватися додатковими дрібними пучками, особливо у соковитих плодах [62]. Приклади вивчення васкулярної анатомії гінецею наведено у численних публікаціях [30, 36, 39, 45, 55, 56, 58], проте подібні дослідження плоду є поодинокими [37, 66]. Приклади анатомічних характеристик плоду наведено на рис. 2.

### Структурні особливості дезінтеграції плоду

Дезінтеграцію плоду, або вивільнення насінин ми розглядаємо як кінцевий етап морфогенезу плоду, що ґрунтується на його морфо-анатомічній організації [18]. Явища дезінтеграції плоду вивчають у межах порівняльно-карпологічного дослідження (розкривання і розпадання плоду) [1, 14, 62] або у межах процесу плодоношення і дисемінації в популяційно-екологічних дослідженнях (опадання плодів, обнасінення) [13]. Морфологічні характеристики розкривних і розпадних плодів детально вивчав Каден [7, 8, 11, 12], загальні відомості також подано в Атласі з описової морфології плоду [1], анатомічні механізми розкривання і розпадання плодів у багатьох видів детально описано у Roth [58], однак вони потребують більш детального й оновленого викладу для ще не досліджених об'єктів.

Для опису стадій дезінтеграції плоду використовують стереомікроскоп і такі ж матеріали, що і для дослідження екзоморфології та мікроморфології плоду (рис. 1, 2). Анатомічні особливості дезінтеграції плоду можна спостерігати на зрізах плоду через відокремлювані шари на межі розкривання/опадання частин плоду. Важливо спостерігати за зміною стадії розкривання/розпадання плоду в часі, для виявлення напрямку формування щілин в оплодні та швидкості розкривання. Для цього буває необхідно документувати процес дезінтеграції на живих рослинах. Слід зважати на те, що гістологічний механізм розкривання плоду може формуватися ще на преантегічній стадії, зокрема, розміщення провідних пучків та диференціація механічних тканин, формування борозенок уздовж ліній майбутнього розкривання або розпадання тощо [29, 30]. Для плодів, які розкриваються завдяки тургорному механізмові, необхідно занотувати розміщення ослизених і вакуолізованих тканин [62].

Оскільки характер дезінтеграції плоду пов'язаний із його типом, ми розподілили елементи опису за основними типами плодів (табл. 4).

Таблиця 4

Способи дезінтеграції різних типів плодів

Тип плоду	Характеристики вивільнення насінин
Листянка (однолистянка, біб)	Розкривання плоду: розміщення щілин розкривання, довжина щілин (повне, неповне, апікальне), напрямок розкривання (згори, знизу), швидкість розкривання (раптове, повільне), регулярність розкривання (спосіб розкривання стабільний чи мінливий, нерозкривання плоду), опадання, відхилення, загортання стулок плоду, опадання насінин чи збереження у плоді й експозиція до дії агента дисемінації
Багатолистянка	Характеристики як для листянки, а також опадання листянок, диференціація листянок, роз'єднання частково зрослих між собою плодиків
Коробочка (в т. ч. стручок, піксидій)	Характеристики як для листянки, а також послідовність формування різних типів щілин (напр., дорзальних і вентральних), звернути увагу на особливі випадки розкривання плоду – кришечкою, дірочками, неправильними тріщинами і т. д.

## Закінчення табл. 4

Дробний плід (схізокарпій, вислоплідник, калачики, двосім'янка, двокрилатка, ценобій, регма, стеригма)	Розпадання плоду (напрямок, кількість часток плоду (мерикарпій, еремів), наявність залишкових частин плоду (карпофору, карпобазис, колонки та ін.), швидкість розпадання на частки (раптове, повільне), регулярне розпадання (можливість нерозпадання плоду), опадання часток чи збереження деякий час і експозиція. Рубчик від мерикарпю, ерема
Членистий плід (біб, стручок, коробочка)	Розпадання плоду (напрямок, кількість часток плоду (члеників, напівчлеників), наявність залишкових частин плоду (рамки, основи), диференціація члеників (наявність носика), швидкість розпадання на членики (раптове, повільне), регулярне розпадання (можливість нерозпадання плоду)
Ягода	Зміна об'єму плоду під час дозрівання (всихання), зміна кольору і консистенції оплодня (всихання оплодня відбувається на рослині чи після опадання плоду), рубчик від плоду – розміри, форма, наявність валика довкола рубчика, особливості поверхні рубчика. Опадання плоду: неопадання плоду тривалий час (зимівля на рослині), стан насінин і плацент (всихання, ослизнення, здерев'яніння)
Піренарій і кістянка	Характеристики як для ягоди, а також можливість розкривання плоду під час дозрівання. Розшарування оплодня під час дозрівання ( <i>Juglans</i> ). Форма кісточки Опадання плоду: неопадання плоду тривалий час (зимівля на рослині), стан насінин і плацент (всихання, ослизнення, здерев'яніння)
Багатокістянка, багатогорішок	Характеристики як для піренарія Опадання плоду: всі плодики опадають разом або поокремо
Однонасінний плід (горіх, одногорішок, сім'янка, зернівка, крилатка)	Опадання плоду: неопадання плоду тривалий час (зимівля на рослині), опадає тільки плід або плід разом із прилеглими частинами суцвіття

Приклади чудово ілюстрованих описів морфо-анатомічної будови плоду в різних таксонах можна знайти у багатьох ботанічних публікаціях [35, 47, 50, 64, 66].

### Висновки

Світлова мікроскопія є оптимальним методом для швидкого отримання даних про морфологічну і тканинну структуру плоду за мінімального обладнання і часу дослідження. За сукупними результатами власних досліджень ми уклали методіку використання даних світлової мікроскопії для виконання якомога повнішого опису зовнішньої та внутрішньої структури плоду і його дезінтеграції. В описі ми виділяємо такі частини, які відрізняються методами підготовки матеріалу та рівнем збільшення оптичної системи: 1) екзоморфні характеристики плоду (в т. ч. структура поверхні й опушення), 2) мікроморфологія гінецею на стадії квітки і плоду (в т. ч. вертикальна зональність гінецею, плацентація), 3) анатомія оплодня і перегородок плоду (в т. ч. васкулярна анатомія зав'язі та плоду), 4) особливості розкривання, розпадання або опадання плоду. Перелічені частини опису структури плоду рідко подаються у спільному дослідженні, тому що мають різне значення для діагностики видів, таксономії та еволюційної карпології, але знання детального переліку можливих морфо-анатомічних характеристик плоду дасть змогу виявити й оцінити ознаки, які вперше вивчають для обраного об'єкта дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Артюшенко З. Т., Федоров Ал. А.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука, 1986. 392 с.
2. *Войтенко В. Ф.* Гетерокарпия (гетеродиаспория) у покрытосеменных растений: анализ понятия, классификация, терминология // Бот. журнал. 1989. Т. 74. № 3. С. 281–297.
3. *Дика О. О.* Морфологія та васкулярна анатомія квітки *Galtonia viridiflora* I. Verd. (Huacanthaceae) // Біологічні студії / Studia Biologica. 2014. Т. 8. № 3–4. С. 209–220. doi: 10.30970/sbi.0803.384
4. *Дика О. О.* Порівняльна морфологія гінецею деяких видів підродини Ornithogaloideae (Huacanthaceae) // Біологічні студії / Studia Biologica. 2018. Т. 12. № 1. С. 87–98. doi: 10.30970/sbi.1201.549
5. *Ллюстрований довідник з морфології квіткових рослин / Зиман С. М., Мосякін С. Л., Булах О. В., Царенко О. М., Фельбаба-Клушина Л. М.* Ужгород: Медіум, 2004. 156 с.
6. *Каден Н. Н.* Соплодия и соцветия // Вестн. Моск. ун-та. 1951. Т. 6. С. 89–99.
7. *Каден Н. Н.* Типы продольного вскрывания плодов // Бот. журнал. 1962. Т. 47. № 4. С. 495–505.
8. *Каден Н. Н.* К вопросу о дробных плодах // Бот. журнал. 1964. Т. 49. № 7. С. 966–973.
9. *Каден Н. Н.* Типы плодов растений средней полосы европейской части СССР // Бот. журнал. 1965. Т. 50. № 6. С. 775–787.
10. *Каден Н. Н.* О некоторых задачах и методах карпологии // Составление определителей растений по плодам и семенам: метод. разработки. К.: Наук. думка, 1974. С. 5–10.
11. *Каден Н. Н., Смирнова С. А.* К методике составления карпологических описаний // Составление определителей растений по плодам и семенам: метод. разработки. К.: Наук. думка, 1974а. С. 54–67.
12. *Каден Н. Н., Смирнова С. А.* Метод составления карпологических описаний // Биологические основы семеноведения и семеноводства интродуцентов: Реф. докл. IV Всесоюз. совещ. Новосибирск: Наука. Сибирск. отд., 1974б. С. 136–138.
13. *Левина Р. Е.* Репродуктивная биология семенных растений. М.: Наука, 1981. 96 с.
14. *Левина Р. Е.* Морфология и экология плодов. Л.: Наука, 1987. 160 с.
15. *Меликян А. П.* О некоторых генеральных тенденциях эволюции и специализации плодов // В сб.: Проблемы эволюционной морфологии и биохимии в систематике и филогении растений: докл. республ. семинара. К.: Наук. думка. 1981. С. 117–125.
16. *Новіков А., Барабаш-Красни Б.* Сучасна систематика рослин. Загальні питання: навч. посіб. Львів: Ліга-Прес, 2015. 686 с.
17. *Одінцова А. В.* Локуліцидне розкривання верхніх і нижніх коробчастих плодів у порядку Myrtales // Біологічні студії / Studia Biologica. 2016. Т. 10. № 3–4. С. 129–140. doi: 10.30970/sbi.1003.504.
18. *Одінцова А. В.* Морфогенез плоду як предмет карпологічних досліджень // Укр. ботан. журнал. 2022. Т. 79. № 3. С. 169–183. doi: 10.15407/ukrbotj79.03.169.
19. *Одінцова А. В., Клімович Н. Б.* Анатомио-морфологічна будова плоду *Epilobium hirsutum* та *E. angustifolium* (Onagraceae) // Укр. ботан. журнал. 2017. Т. 74. № 6. С. 582–593. doi: 10.15407/ukrbotj74.06.582
20. *Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
21. *Первухина Н. В.* Проблемы морфологии и биологии цветка. Л.: Наука, 1970. 168 с.
22. *Скринець Х. І., Одінцова А. В.* Морфогенез плодів *Gladiolus imbricatus* та *Iris sibirica* (Iridaceae) // Укр. ботан. журнал. 2020. Т. 77. № 3. С. 210–224. doi: 10.15407/ukrbotj77.03.210.

23. Тихомиров В. Н. О плодах и соплодиях // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1989. Т. 94. Вып. 3. С. 59–65.
24. Федоров Ал. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. Л.: Наука, 1975. 352 с.
25. Федоров Ал. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. Л.: Наука, 1979. 296 с.
26. Фіщук О. С., Одінцова А. В. Морфологія та васкулярна анатомія квітки *Sansevieria suffruticosa* N. E. Br. (Asparagaceae Juss.) // Біологічні студії / Studia Biologica. 2013. Т. 4. № 1. С. 139–148. doi: 10.30970/sbi.0701.260.
27. Эсау К. Анатомия семенных растений. Кн. 1. / пер. с англ.; под ред. А. Л. Тахтаджяна. М.: Мир, 1980. 282 с.
28. Эсау К. Анатомия семенных растений. Кн. 2. / пер. с англ.; под ред. А. Л. Тахтаджяна. М.: Мир, 1980. 400 с.
29. Andreychuk R., Odintsova A. Morphological and anatomical structure of *Campanula latifolia* L. fruits // Біологічні студії / Studia Biologica. 2019. Vol. 13. № 1. P. 95–105. doi: 10.30970/sbi.1301.593
30. Andreychuk R., Odintsova A. Morpho-anatomy of the gynoecium and fruit in three ornamental members of Campanuloideae (Campanulaceae) // Acta Agrobot. 2021. Vol. 74. N 4. Article 7415. P. 1–20. doi: 10.5586/aa.7415.
31. Balanzà V., Ballester P., Colombo M. et al. Genetic and phenotypic analyses of carpel development in *Arabidopsis* // In: J. L. Riechmann, F. Wellmer (eds.), Flower Development: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology. Vol. 1110. Springer Science+Business Media New York. 2014. P. 231–249. doi: 10.1007/978-1-4614-9408-9\_11.
32. Baldacci-Cresp F., Spriet C., Twyffels L. et al. A rapid and quantitative safranin-based fluorescent microscopy method to evaluate cell wall lignification // Plant J. 2020. Vol. 102. P. 1074–1089. doi: 10.1111/tpj.14675.
33. Biological Low-Voltage Scanning Electron Microscopy / J. B. Pawley, H. Schatten (eds.) New York: Springer, 2008. 317 p. doi: 10.1007/978-0-387-72972-5
34. Bojňanský V., Fargašová A. Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora the Carpathian Mountains Region. Dordrecht: Springer, 2007. XXXVII+1046 p. doi: 10.1007/978-1-4020-5362-7
35. Casoti R., Manfrona M. P., Oliveira J. M. S. Ovary and fruit morphology and anatomy of *Amphilophium crucigerum* // Rev. Bras. Farmacogn. 2016. Vol. 26. N 1. P. 15–22. doi: 10.1016/j.bjp.2015.08.006
36. Deroin T. Functional impact of the vascular architecture of flowers in Annonaceae and Magnoliaceae, and its bearing on the interpretation of the Magnoliaceous gynoecium // Syst. Geogr. Pl. 1999. Vol. 68. P. 213–224.
37. Deroin T. Notes on the vascular anatomy of the fruit of *Takhtajania* (Winteraceae) and its interpretation // Ann. Mo. Bot. Gard. 2000. Vol. 87. P. 398–406.
38. Dirks-Mulder A., Ahmed I., uit het Broek M. et al. Morphological and molecular characterization of orchid fruit development // Front. Plant Sci. 2019. Vol. 10. Article ID 137. doi: 10.3389/fpls.2019.00137
39. Dyka O. Flower morphology and vascular anatomy in some representatives of Urgineoideae (Hyacinthaceae) // Thaiszia J. Bot. 2018. Vol. 28. N 2. P. 125–143.
40. Eames A. J. Morphology of the angiosperms. New-York, Toronto: McGraw-Hill, 1961. 518 p.
41. Endress P. K. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1994. 511 p.

42. Endress P. K. Evolutionary diversification of the flowers in angiosperms // *Am. J. Bot.* 2011. Vol. 98. N 3. P. 370–396. doi:10.3732/ajb.1000299
43. Enugutti B., Schneitz K. Microscopic analysis of *Arabidopsis* ovules // In: J. L. Riechmann, F. Wellmer (eds.), *Flower Development: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*. Vol. 1110. Springer Science+Business Media New York. 2014. P. 253–261. doi: 10.1007/978-1-4614-9408-9\_12.
44. Eyde R. H. The bases of Angiosperm phylogeny: floral anatomy // *Ann. Mo. Bot. Gard.* 1975. Vol. 62. P. 521–537.
45. Fishchuk O., Odintsova A. Flower and fruit micromorphology and anatomy in *Hippeastrum vittatum* (L'Hér.) Herb. (Amaryllidaceae) // *Wulfenia*. 2021. Vol. 28. P. 129–140.
46. Franks R. G. Scanning electron microscopy analysis of floral development // In: J. L. Riechmann, F. Wellmer (eds.), *Flower Development: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*. Vol. 1110. Springer Science+Business Media New York. 2014. P. 263–273. doi: 10.1007/978-1-4614-9408-9\_13.
47. Gagliardi K. B., Souza L. A., Albiro A. L. M. Comparative fruit development in some Euphorbiaceae and Phyllanthaceae // *Plant Syst. Evol.* 2014. Vol. 300. P. 775–782. doi: 10.1007/s00606-013-0918-3.
48. Giuliani C, Tani C, Maleci Bini L. Micromorphology and anatomy of fruits and seeds of bitter melon (*Momordica charantia* L., Cucurbitaceae) // *Acta Soc. Bot. Pol.* 2016. Vol. 85. N 1. Article ID 3490. doi: 10.5586/asbp.3490
49. *Handbook of Biological Confocal Microscopy* / J. B. Pawley (ed.). New York: Springer, 1995. XXIII+632 p. doi: 10.1007/978-1-4757-5348-6
50. Herrera F., Mitchell J. D., Pel S. K. et al. Fruit morphology and anatomy of the spondioid Anacardiaceae // *Bot. Rev.* 2018. Vol. 84. N 4. P. 315–393. doi: 10.1007/s12229-018-9201-1
51. Horbens M., Gao J., Neinhuis C. Cell differentiation and tissue formation in the unique fruits of devil's claws (Martyniaceae) // *Am. J. Bot.* 2014. Vol. 101. N 6. P. 914–924. doi: 10.3732/ajb.1400006
52. Leins P., Erbar C. *Flower and fruit: Morphology, ontogeny, phylogeny, function and ecology*. Stuttgart: Schweizerbart, 2010. 439 p.
53. Leinfellner W. Der Bauplan des synkarpen Gynözeums // *Österreichische botanische Zeitschrift*, 1950. Bd. 97. S. 403–436. doi: 10.1007/BF01763317
54. Luna M. L., Giudice G. E., Grossi M. A., Gutiérrez D. G. Development and morphology of the fruit and seed of the hemiparasite genus *Jodina* (Cervantesiaceae) // *Anales Jard. Bot. Madrid* 2017. Vol. 74. N 1. Article e051. P.1–9. doi: 10.3989/ajbm.2444
55. Novikoff A. V. Comparative floral morphology and anatomy of *Gagea* s. str. and *Lloydia* // *Acta Agrobot.* 2021. Vol. 74. N 4. Article 7412. P. 1–10. doi: 10.5586/aa.7412.
56. Novikoff A. V., Kazemirska M. A. Vascular anatomy and morphology of the flower in *Fritillaria montana* Hoppe (Liliaceae) // *Modern Phytomorphology*. 2012. Vol. 1. P. 27–35. doi:10.5281/zenodo.162716.
57. Novikoff A. V., Odintsova A. Some aspects of gynoecium morphology in three bromeliad species // *Wulfenia*. 2008. Vol. 15. P. 13–24.
58. Odintsova A. Morphology and vascular anatomy of the flower of *Lagerstroemia indica* L. (Lythraceae) with some phylogenetic implications // *Wulfenia*. 2008. Vol. 15. P. 51–62.
59. Odintsova A., Fishchuk O., Sulborska A. The gynoecium structure in *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl., *Sansevieria parva* N.E.Brown and *Sansevieria trifasciata* Prain (Asparagaceae s. l.) with special emphasis on the structure of the septal nectary // *Acta Agrobot.* 2013. Vol. 66.

- N 4. P. 55–64. doi: 10.5586/aa.2013.051
60. Oyama S. O., Souza L. A., Muneratto J. C., Albiero A. L. M. Morphological and anatomical features of the flowers and fruits during the development of *Chamissoa altissima* (Jacq.) Kunth (Amaranthaceae) // Braz. Arch. Biol. Techn. 2010. Vol. 53. N 6. P. 1425–1432. doi: 10.1590/S1516-89132010000600019
  61. Paschoalini G. O., Pirani J. R., Demarco D., El Ottra J. H. L. Revisiting pericarp structure, dehiscence and seed dispersal in Galipeae (Zanthoxyloideae, Rutaceae) // Braz. J. Bot. 2022. Vol. 45. N 1. doi: 10.1007/s40415-021-00779-9
  62. Roth I. Fruits of Angiosperms / In: Encyclopedia of plant anatomy. W. Zimmermann, S. Carlquist, P. Ozenda, H.D. Wulff (Eds.). Berlin: G.Borntraeger, 1977. Bd. 10. Teil 1. P. 1–675.
  63. Sánchez-Moreiras A. M., Pacenza M., Araniti F., Bruno L. Confocal and transmission electron microscopy for plant studies / In: Sánchez-Moreiras A., Reigosa M. (eds.) Advances in Plant Ecophysiology Techniques. Cham: Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-93233-0\_15
  64. Santos-Silva F., Mastroberti A. A., Mariath J. E. A. Capsule structure in three species of *Dyckia* (Bromeliaceae): ontogenetic and taxonomic issues // J. Torrey Bot. Soc. 2015. Vol. 142, № 3. P.249–257. doi: 10.3159/TORREY-D-14-00002.1
  65. Scanning electron microscopy for the life sciences / In: Advances in Microscopy and Microanalysis. Schatten H. (ed.) Cambridge: University Press, 2012. doi: 10.1017/CBO9781139018173
  66. Sousa-Baena M. S., Menezes N. L. Comparative developmental anatomy of ovary and fruit in Brazilian Velloziaceae // Bot. J. Linn. Soc. 2019. Vol. 191. N 2. P. 236–260. doi: 10.1093/botlinnean/boz040
  67. Spjut R. W. A systematic treatment of fruit types // Mem. New York Bot. Garden. 1994. Vol. 70. P. 1–182.
  68. Thadeo M., Hampilos K. E., Stevenson D. W. Anatomy of fleshy fruits in the Monocots // Am. J. Bot. 2015. Vol. 102. N 11. P. 1–23. doi: 10.3732/ajb.1500204
  69. Tieghem van M. Ph. Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur. In: Mém. Prés. Divers Savants Acad. Sci. Sér. 2, 1875. Vol. 21. Paris: Inst. Impérial France, 261 p.

Стаття надійшла до редакції 14.11.22

прийнята до друку 19.04. 23

## METHOD FOR DRAFTING A MORPHO-ANATOMICAL DESCRIPTION OF THE FRUIT USING LIGHT MICROSCOPY

A. Odintsova

*Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskyyi St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: amorph@ukr.net*

Light microscopy, along with the newest methods of studying the morpho-anatomic structure of the fruit, remains relevant in current carpology as a simple and universal tool for obtaining new scientific data. In this article, we represent the widest information on the characteristics of fruit parts which can be investigated on fresh or fixed material by microscopy procedure. We submitted the guidelines on preparation of the material for study,

using the microtechnique, histochemistry, and microscopy, the consequence of drafting the description, as also, as a list of the examined fruit parts on studied material, *i. e.* occurrence of this part and its features. In the description, we propose to compose the data in that order: exomorphic fruit characteristics, micromorphology and anatomy of the fruit, and mode of fruit disintegration. Exomorphic fruit characteristics comprise localization, form, size, color, surface, pubescence, of the fruit parts, their abscission after anthesis, and other features. The characteristics of the peduncle, fruit coverings, fruiting receptacle, fruiting ovary, style, and the other fruit parts were considered. Micromorphology of the fruit comprises the study of the inner ovary structure, detected by the anatomic and microscopic methods, on the sectioned fruit, presented on the temporary or permanent slides, particularly: the number and form of locules, the structure of septae, central column, placentae, seeds, as also vertical zonality of the gynoecium. The general anatomy of the fruit is described as stem or leaf anatomy, depending on the identity of the fruit part as the axis (receptacle) or phyllome (carpel). The vascular anatomy of the fruit is characterized as a part of the nodal structure of the receptacle, as follows: the formation of carpel and ovule traces, the number, type, and localization of vascular bundles in the fruit parts. The structural traits of fruit disintegration involve differentiation of the separation layers, mechanical tissues, and grooves along the lines of upcoming dehiscence, splitting, or abscission of the fruit. The awareness of the detailed record of morpho-anatomic characteristics of the fruit makes it possible to reveal the features, which are at the first time observed in the object under study, and which potentially can be used for taxonomy, evolutionary morphology, and the other fields of plant science.

*Keywords:* gynoecium, fruiting ovary, fruit wall, micromorphology, fruit dehiscence



## ВПЛИВ S-ЕСТЕРІВ ТІОСУЛЬФОКИСЛОТ НА ОКРЕМІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ЩУРІВ

Р. Іскра<sup>1\*</sup>, Н. Любас<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. М. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН

вул. В. Стуса, 38, Львів 79034, Україна

e-mail: Iskra\_r@ukr.net; Ruslana.iskra@lnu.edu.ua

Досліджували вплив s-естерів тіосульфокислот – S-етил-4-амінобензотіосульфону (ЕТС), S-аліл-4-амінобензотіосульфону (АТС) та S-аліл-4-ацетиламінобензотіосульфону (ААТС) в дозах 50 і 100 мг/кг маси тіла щурів на окремі біохімічні показники білкового і ліпідного обміну. Дослідження проводили у два етапи на білих лабораторних щурах-самцях лінії Вістар масою 190–210 г. На першому етапі досліджень тваринам усіх дослідних груп протягом 21 доби додавали до раціону по 0,5 см<sup>3</sup> олійних розчинів тіосульфонатних ефірів з розрахунку 100 мг на кг маси тіла, а на другому етапі досліджень – 50 мг на кг маси тіла. Під час обох етапів досліджень щури були поділені на контрольну (I) і три дослідні групи (II, III, IV), по 5 тварин у кожній. Щури II групи отримували з кормом ЕТС; III групи – АТС; IV – ААТС у відповідних дозах. Тваринам контрольної групи до раціону аналогічно давали 0,5 см<sup>3</sup> олії один раз на добу. Після декапітації тварин у плазмі крові визначали активності аланінамінотрансферази, аспаратамінотрансферази, лужної фосфатази, концентрації загального білка, сечовини, холестеролу та триацилгліцеролів.

У результаті досліджень було встановлено, що застосування щурам естерів сульфокислот у досліджуваних дозах не проявляло гепатотоксичної дії на їхній організм, на що вказує в межах норми активність індикаторних для печінки ферментів (АсАТ, АлАТ і лужної фосфатази) у плазмі крові. Крім цього, естери сульфокислот сприяли білоксинтезувальній функції, що підтверджено зростанням концентрації загального білка в плазмі крові і зниженням сечовини – кінцевого продукту їх розпаду. Досліджувані естери здійснювали позитивний вплив на обмін ліпідів, що підтверджувалося зниженням у плазмі крові концентрації триацилгліцеролу і холестеролу, що, у свою чергу, може сприяти інгібуванню утворення в печінці їхніх комплексів – ліпопротеїнів низької щільності. Виявлені вірогідні зміни концентрації загального білка за дії ЕТС і АТС та триацилгліцеролів за дії АТС і ААТС показали кращі ефекти естерів сульфокислот в дозі 100 мг/кг, ніж за їхньої дії в дозі 50 мг/кг.

*Ключові слова:* щури, естери сульфокислот, S-етил-4-амінобензотіосульфонат, S-аліл-4-амінобензотіосульфонат, S-аліл-4-ацетиламінобензотіосульфонат

S-естери тіосульфокислот ( $RSO_2SR'$ ) є ефективними сульфенілюючими та сульфонілюючими сполуками, що мають широкий спектр і високий індекс біологічної активності [14, 2]. Висока реакційна здатність S-естерів тіосульфокислот є результатом певних особливостей будови тіосульфогрупи, а також кислотного і тіольного складників, які впливають на їхню біологічну активність. S-естери тіосульфокислот є структурними аналогами сполук природного походження, а саме: фітонцидів часнику [17], цибулі [6], різних видів капусти [15].

Найбільше уваги при дослідженні біологічної активності тіосульфонатів приділялось вивченню їх антимікробної дії [5, 12], а також встановленню механізму цієї дії в біологічних об'єктах [3]. Тіосульфонати, які є джерелом сульфуру, беруть участь у детоксикації канцерогенів і стимулюють неспецифічний імунітет [13]. Під час біотрансформаційних процесів тіосульфонати можуть перетворюватися на інші сполуки сульфуру, зокрема, аліцин, діалісульфіди, вінільні сульфуровмісні похідні, S-аліцистеїн та інші. Деякі з цих сполук є антиатеросклеротичними, антиоксидантними, антитромботичними, антираковими агентами, інші – антибактеріальними та противірусними [3, 13].

Водночас проілюстрована у багатьох роботах висока реакційна здатність і біологічна активність S-естерів тіосульфокислот викликає зацікавлення щодо їхньої дії на біохімічні процеси в організмі тварин і людини. Тому метою наших досліджень було з'ясувати вплив різних естерів сульфокислот – S-етил-4-амінобензотіосульфонату (ЕТС), S-аліл-4-амінобензотіосульфонату (АТС) та S-аліл-4-ацетиламінобензотіосульфонату (ААТС) на окремі біохімічні показники білкового і ліпідного обміну в крові щурів.

#### Матеріали та методи

Дослідження проведені на білих лабораторних щурах-самцях лінії Вістар масою 190–210 г з дотриманням загальних етичних принципів експериментів на тваринах, прийнятих Першим національним конгресом з біоетики, що використовуються для дослідницьких та інших наукових цілей, а також відповідно до положень Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986). Тварин утримували у віварії за відповідних умов освітлення й температурного режиму. Усі тварини отримували стандартний гранульований корм для лабораторних щурів.

Дослідження проводили у два етапи. На першому етапі досліджень тваринам усіх дослідних груп протягом 21 доби додавали до раціону по 0,5 см<sup>3</sup> олійних розчинів тіосульфонатних ефірів з розрахунку 100 мг на кг маси тіла, а на другому етапі досліджень – 50 мг на кг маси тіла. Під час обох етапів досліджень щури були поділені на контрольну (I) і три дослідні групи (II, III, IV), по 5 тварин у кожній. Щури II групи отримували з кормом ЕТС; III групи – АТС; IV – ААТС у відповідних дозах. Тваринам контрольної групи до раціону аналогічно давали 0,5 см<sup>3</sup> олії один раз на добу. Для приготування олійних розчинів синтезованих сполук використовували олію марки «Олейна» (сертифікована згідно зі стандартом ДСТУ 4492:2017 і відповідно до вимог ISO 14024). Після закінчення досліджень тварин усіх груп, за тіопенталової анестезії, декапітували. Всі процедури проводили при температурі 4 °С. Забір крові для досліджень здійснювали з додаванням гепарину (гепарин: цільна кров, 1 : 100). Еритроцити відділяли від плазми шляхом центрифугування крові за 1700 g протягом 5 хв. Плазму використовували для біохімічних досліджень. Визначення активності аланінамінотрансферази (АлАТ, КФ 2.6.1.2), аспартатамінотрансферази (АсАТ, КФ 2.6.1.1), лужної фосфатази (ЛФ, КФ.3.1.3.1), концентрації сечовини, холестеролу та триацилгліцеролів у плазмі крові проводили за допомогою стандартних наборів, виготовлених фірмою «LACHEMA» (Чехія) на біохімічному аналізаторі «Humalizer-2000». **Вміст** загального протеїну в плазмі крові визначали за методом Лоурі [11].

Одержані цифрові дані обробляли статистично за допомогою програми Microsoft EXCEL, використовуючи метод one-way ANOVA. Для кожного із параметрів визначали рівень достовірності, використовуючи три градації рівнів достовірності: P<0,05; P<0,01; P<0,001, дані вважали достовірними якщо P<0,05.

### Результати та їхнє обговорення

У результаті проведених досліджень було встановлено вірогідне зростання аспаратамінотрансферазної активності у крові в 1,38 раза за дії ЕТС і ААТС та в 1,35 раза – за дії АТС у дозі 100 мг/кг, а за дії ЕТС і ААТС у дозі 50 мг/кг вірогідних змін не спостерігалось, а була виявлена лише незначна тенденція до зростання активності цього ензиму. Оскільки АсАТ каталізує реакцію оборотного перенесення аміногрупи з аспартату на  $\alpha$ -кетокислоту, що важливо для процесу утворення енергії в циклі Кребса, то можливе підвищення АсАТ в плазмі крові більш ніж у 2–10 разів могло би свідчити про ушкодження тканин, зокрема, міокарду і печінки [1]. Однак виявлене нами підвищення активності АсАТ, що не виходить за межі норми, може бути зумовлене посиленням процесів трансамінування й утворенням енергії в циклі Кребса у відповідь на застосування розчинів естерів сульфокислот.

Вимірювання АсАТ активності визначається разом з дослідженнями АлАТ активності як складової частини загального аналізу функціонування печінки і міокарда. АсАТ і АлАТ вважаються двома найбільш важливими показниками пошкоджень тканин, хоча АлАТ є більш специфічною для тканин печінки, ніж АсАТ.

У дослідженнях виявлено зниження АлАТ активності у крові щурів в 1,25 і 1,21 раза за дії АТС в дозах 100 і 50 мг/кг відповідно, та в 1,23 раза – за дії ААТС в дозі 100 мг/кг. Однак за дії ЕТС в дозі 50 мг/кг виявлено незначне зростання активності ензиму в 1,15 раза. У результаті встановлено вірогідно нижчу активність АлАТ за дії АТС, порівняно з дією ЕТС в обох дозах.

У диференційній діагностиці уражень тканин використовують коефіцієнт де Рітиса – це відношення АсАТ/АлАТ. Його різке зростання характерне для ушкодження міокарда, а зменшення відзначається у випадку зниження функціональної активності печінки [4]. Однак виявлене нами незначне зростання цього коефіцієнта за дії естерів сульфокислот, що не виходить за межі норми, зумовлене підвищенням АсАТ та зниженням АлАТ активності в крові щурів. Крім цього, зростання коефіцієнта де Рітиса може свідчити про активацію гліюкогенезу через гліюкозоаланіновий шунт із використанням АлАТ, який є необхідним для підтримки адекватного рівня гліюкози у крові, що надалі призводить до зростання активності трансаміназ.

Лужна фосфатаза (ЛФ) – ензим, який належить до мембранних гліюкопротеїнів, каталізує відщеплення фосфатних груп з органічних сполук, таких як білки і нуклеотиди, та бере участь у транспорті фосфору і кальцію в організмі. Активність ЛФ у сироватці крові залежить від активності її ізоферментів, що містяться в печінці, кістках, нирках, слизовій оболонці кишечника та плаценті. Лужна фосфатаза є одним з найбільш широко використовуваних індикаторів гепатобіліарної хвороби, і підвищення рівня в сироватці крові часто вказує на пошкодження печінки [8], а також і на порушення мінерального обміну [20].

У дослідженнях не було виявлено змін активності ЛФ за дії естерів сульфокислот у дозі 100 мг/кг. Проте за дії естерів у дозі 50 мг/кг виявлено зниження в 1,34 раза активності ензиму за впливу АТС, що може бути зумовлено деяким пригніченням фосфорно-кальцієвого обміну.

У дослідженнях виявлено зростання загальної кількості білків у крові щурів дослідних груп за дії ЕТС і АТС у дозі 100 мг/кг в 1,14 раза. Крім цього, виявлено також тенденцію до збільшення показника загального білка у дослідних групах за дії ААТС у дозах 100 і 50 мг/кг. Отримані результати свідчать про інтенсифікацію синтезу білків

за впливу досліджуваних естерів сульфокислот у дозі 100 мг/кг. Це підтверджується отриманими результатами концентрації *сечовини*, що є кінцевим продуктом метаболізму білків в організмі. У *плазмі крові щурів дослідних груп* виявлено вірогідне зменшення концентрації *сечовини* за дії ЕТС, АТС і ААТС в дозі 50 мг/кг відповідно в 1,39; 1,48 і 1,20 раз, а в дозі 100 мг/кг вірогідне зниження в 1,25 раз спостерігалось за дії ААТС та тенденція до зниження в 1,14 раз за дії ЕТС і АТС. Знижений вміст *сечовини* може бути зумовлений поєднанням прискореного анаболізму білків і поліурії, а оскільки *сечовина* виводиться нирками, її визначення у крові дає уявлення про функціональні властивості нирок і найбільш широко використовується для діагностики ниркової патології [7].

Біохімічні показники в крові щурів за впливу S-етил-4-амінобензотіосульфону, S-аліл-4-амінобензотіосульфону та S-аліл-4-ацетиламінобензотіосульфону в дозах 50 і 100 мг/кг маси тіла

Етапи досліджень	Контроль	ЕТС	АТС	ААТС
		АсАТ, мккат/л		
I (100 мг/кг)	0,92±0,05	1,27±0,03***	1,24±0,09*	1,27±0,21*
II (50 мг/кг)	1,04±0,16	1,22±0,25	1,06±0,19	1,45±0,06\$
		АлАТ, мккат/л		
I (100 мг/кг)	0,86±0,04	0,97±0,04###	0,69±0,02**	0,70±0,03*
II (50 мг/кг)	0,91±0,02	1,05±0,05*###	0,75±0,04*	0,83±0,05\$
		Коефіцієнт де Рітіса		
I (100 мг/кг)	1,06 ± 0,08	1,31 ± 0,03***	1,8 ± 0,09***	1,81 ± 0,10***
II (50 мг/кг)	1,14 ± 0,17	1,16 ± 0,16	1,39 ± 0,20	1,75 ± 0,03*
		Лужна фосфатаза, мккат/л		
I (100 мг/кг)	4,85±0,56	5,26±0,58	4,73±0,65	4,87±0,53
II (50 мг/кг)	4,71±0,32	4,87±0,05	3,50±0,08**	3,87±0,19
		Загальний білок, г/л		
I (100 мг/кг)	38,52±2,32	44,01±1,37*	43,86±0,77*	39,31±1,56@@
II (50 мг/кг)	37,13±0,98	34,84±1,05 <sup>sss</sup>	36,34±0,69 <sup>sss</sup>	38,84±1,43
		Сечовина, ммоль/л		
I (100 мг/кг)	6,17±0,50	5,40±0,37	5,40±0,04	4,95±0,14*@
II (50 мг/кг)	7,15±0,21	5,13±0,43**	4,83±0,23***\$	5,93±0,27***@ \$
		Холестерол, ммоль/л		
I (100 мг/кг)	1,26±0,15	1,38±0,16	1,56±0,03	1,39±0,14
II (50 мг/кг)	1,89±0,12	1,49±0,10**	2,01±0,22	1,57±0,13
		Триацилгліцероли, ммоль/л		
I (100 мг/кг)	0,43±0,06	0,35±0,04	0,29±0,03	0,25±0,04*
II (50 мг/кг)	0,64±0,09	0,27±0,04*#####	0,36±0,02*\$	0,40±0,05*\$

**Примітка:** \* P≤0,05; \*\*P≤0,01; \*\*\* P≤0,001– достовірність відхилення від значень контролю.

#P≤0,05; ##P≤0,01; ###P≤0,001– достовірність відхилення між показниками II групи (ЕТС) і III групи (АТС)

@P≤0,05; @@P≤0,01; @@@P≤0,001– достовірність відхилення між показниками III групи (АТС) і IV групи (ААТС)

\$P≤0,05; \$\$P≤0,01; \$\$\$P≤0,001– достовірність відхилення між досліджуваними показниками за впливу сульфоестерів у дозі 50 мг/кг та у дозі 100 мг/кг

Визначення вмісту триацилгліцеролів і холестеролу є дуже важливим за діагностики порушень обміну жирів, особливо за атеросклерозу [16, 21]. В обміні триацилгліцеролів важливу роль відіграє печінка, де відбувається їхній синтез і формування спеціальних комплексів із холестеролом – ліпопротеїнів низької щільності. Підвищена концентрація триацилгліцеролів і холестеролу в крові – додатковий фактор ризику розвитку ішемічної хвороби серця [18].

*Триацилгліцероли* як нейтральні жири представляють собою з'єднання ефірів жирних кислот і гліцеролу та є головним джерелом енергії для організму. Переважна кількість

триацилгліцеролів міститься в жировій тканині, і лише невелика кількість є в крові. Більшість триацилгліцеролів у крові транспортуються у складі ліпопротеїнів дуже низької щільності, які володіють атерогенними властивостями. Крім того, триацилгліцероли крові виконують роль транспортного засобу, який переносить жирні кислоти та глюкозу між печінкою й іншими органами [9].

У наших дослідженнях було виявлено вірогідне зниження в крові триацилгліцеролів за дії ЕТС, АТС і ААТС у дозі 50 мг/кг, відповідно в 2,37; 1,78; 1,60 раза, а також за дії ААТС в дозі 100 мг/кг в 1,72 раза. Крім того, спостерігали тенденцію до зниження їх вмісту в крові за дії ЕТС і АТС в дозі 100 мг/кг. Виявлене вірогідне зниження концентрації триацилгліцеролів у крові тварин дослідних груп може вказувати на їх розпад і пригнічення їх ресинтезу з вільних жирних кислот і гліцеролу. Одна з функцій жирних кислот, які утворюються з триацилгліцеролів, – у процесах  $\beta$ -окислення та циклу лимонної кислоти утворювати енергію. Крім того, жирні кислоти, які утворюються із триацилгліцеролів, є основою для утворення фосфоліпідів клітинних мембран і простагландинів [19].

У дослідженнях виявлено вірогідне зниження в 1,27 раза концентрації холестеролу в крові щурів за дії ЕТС в дозі 50 мг/кг і тенденцію до зниження за дії ААТС у цій же дозі. У той час як за дії естерів сульфокислот у дозі 100 мг/кг вірогідних змін не спостерігалось. Знижена концентрація холестеролу у крові тварин може бути обумовлена високою швидкістю його використання для формування клітинних мембран, синтезу жовчних кислот, вітаміну Д та стероїдних гормонів [10], а це, у свою чергу, сприятиме зменшенню утворення ліпопротеїнів низької щільності.

Таким чином встановлено, що естери сульфокислот у досліджуваних дозах не проявляли гепатотоксичної дії на організм щурів, на що вказує нормальна (в межах норми) активність у плазмі крові індикаторних для печінки ферментів (АсАТ, АлАТ і лужної фосфатази). Крім цього, естери сульфокислот здійснювали білоксинтезувальну функцію, що підтверджено зростанням концентрації загального білка в плазмі крові та зниженням сечовини – кінцевого продукту їх розпаду. Досліджувані естери здійснювали позитивний вплив на обмін ліпідів, що підтверджувалося зниженням у плазмі крові концентрації триацилгліцеролу і холестеролу, що, у свою чергу, може свідчити про пригнічення утворення в печінці їхніх комплексів – ліпопротеїнів низької щільності. Виявлені вірогідні зміни концентрації загального білка за дії ЕТС і АТС та триацилгліцеролів за дії АТС і ААТС показали кращі ефекти естерів сульфокислот у дозі 100 мг/кг, ніж за їхньої дії в дозі 50 мг/кг. Однак суттєвої різниці впливу досліджуваних естерів нами не було виявлено, що, очевидно, потребує подальших досліджень їхньої дії на інші ланки метаболізму.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вікуліна Г. В., Боровков С. Б. Диагностичне значення деяких біохімічних індексів крові та сечі // Вісн. Полтав. держ. аграр. академії. 2017. № 3. С. 118–121.
2. Лубенець В. І. Тіосульфонати: синтез і властивості // Укр. хім. журнал. 2003. Т. 69(8). С. 114–122.
3. Монька Н. Я., Василюк С. В., Наконечна А. В. та ін. Естери тіосульфокислот: одержання, властивості та перспективи застосування // Укр. хім. журнал. 2018. Т. 84. № 10. С. 65–98.
4. Панчишин Ю. М., Гук-Лешиневська З. О., Мостова О. Ф. та ін. Клінічні особливості перебігу стабільної стенокардії з гіпохолестеринемією залежно від величини індексу Де Рітіса // Практикуючий лікар. 2014. № 2. С. 26–30.

5. Стадницька Н. С., Лубенець В. І., Новіков В. П. та ін. Синтез та біологічна активність S-алкіл(8-хінолін)тіосульфонатів // Фізіологічно активні речовини. 2000. Т. 30. № 2. С. 27–29
6. Block E., Thiruvazhi M., Toscano P. et al. Allium chemistry, structure, synthesis, natural occurrence in onion (allium, сепа), and reactions of 2,3-dimethyl-5,6-dithiabicyclo[2.1.1]hexene S-oxidens // J. Am. Chem. Soc. 1996. 118. P. 2790–2798.
7. Clinical Approach to the Diagnosis of Acute Kidney Injury. Etienne Macedo, Ravindra L. Mehta, in National Kidney Foundation Primer on Kidney Diseases (Sixth Edition), 2014. P. 294–303. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-4617-0.00033-9>.
8. Green M. R., Sambrook J. Alkaline Phosphatase // Cold Spring Harb Protoc. 2020. Vol. 8. 100768.
9. Kim C. W., Addy C., Kusunoki J. et al. Acetyl CoA carboxylase inhibition reduces hepatic Steatosis but elevates plasma triglycerides in mice and humans: a bedside to bench investigation // Cell Metab. 2017. Vol. 26(3). P. 576.
10. Li Tiangang, Chiang John Y. L. Regulation of Bile Acid and Cholesterol Metabolism by PPARs. // PPAR Res. 2009. 501739. doi: 10.1155/2009/501739. PMID: 19636418
11. Lowry O. H., Rosebrough N. J. & Farr A. L. Protein measurement with Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. 193. 265–275.
12. Lubenets V., Vasylyuk S., Monka N. et al. Synthesis and antimicrobial properties of 4-acylamino-benzen-ethiosulfoacid S-esters // Saudi Pharm. J. 2017. Vol. 25. N 2. P. 266–274.
13. Maher J. The Physiological Functions of Phytonutrients, Part III // Dynamic Chiropractic. 2003. 21. N 26.
14. Mampuy P., McElroy C. R., Clark J. H. et al. Thiosulfonates as Emerging Reactants: Synthesis and Applications // Adv. Synth. Catal. 2020. 362 (1). P. 3–64. <https://doi.org/10.1002/adsc.201900864>
15. Nakamura Y., Matsuo T., Shimoi K. S-methyl methanethiosulfonate, a new antimutagenic compound isolated from Brassica oleracea L. var. Botrytis // Biol. Pharm. Bull. 1993. 16. P. 207–209. DOI: 10.1248/bpb.16.207.
16. Olofsson S. O., Boren J. Apolipoprotein B: a clinically important apolipoprotein which assembles atherogenic lipoproteins and promotes the development of atherosclerosis // J. Intern. Med. 2005. 258(5). P. 395–410. doi: 10.1111/j.1365-2796.2005.01556.x.
17. Peinado M. J., Ruiz R., Echavarri A., Rubio L. A. Garlic derivative propyl propane thiosulfonate is effective against broiler enteropathogens *in vivo* // Poultry Science. 2012. 91. P. 2148–2157. doi: 10.3382/ps.2012-02280.
18. Sahini N., Borlak J. Recent insights into the molecular pathophysiology of lipid droplet formation in hepatocytes // Prog Lipid Res. 2014. 54. P. 86–112. doi: 10.1016/j.plipres.2014.02.002.
19. Syrén M.-L., Turolo S., Adalgisa de Marco E. et al. Whole blood fatty acid profile of young subjects and adherence to the Mediterranean diet: an observational cohort study // Lipids in Health and Disease. 2022. Vol. 21. Article number: 23. <https://doi.org/10.1186/s12944-022-01633-x>
20. Vimalraj S. Alkaline phosphatase: Structure, expression and its function in bone mineralization // Gene. 2020. Vol. 754. 144855. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2020.144855>
21. Xiaoyu Luo, Zhenfang Liu, Xiaoting Ge et al. High manganese exposure decreased the risk of high triglycerides in workers: a cross-sectional study // BMC Public Health. 2020. Vol. 20. P. 874. doi: 10.1186/s12889-020-09011-x. PMCID: PMC7275562. PMID: 32503499.

## EFFECT OF S-ESTERS OF THIOSULFONIC ACIDS ON SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS OF RAT BLOOD

R. Iskra<sup>\*1</sup>, N. Liubas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Animal Biology NAAS  
38, V. Stus St., Lviv 79034, Ukraine

e-mail: Iskra\_r@ukr.net; Ruslana.iskra@lnu.edu.ua

The effect of S-esters of thiosulfonic acids - S-ethyl-4-aminobenzenethiosulfonate (ETS), S-allyl-4-aminobenzenethiosulfonate (ATS) and S-allyl-4-acetylaminothiosulfonate (AATS) at doses of 50 and 100 mg/kg body weight in rats on some biochemical parameters of protein and lipid metabolism in rats was investigated. The study was conducted in two stages on white male laboratory rats of the Wistar line, weighing 190–210 g. During the first stage of the study, animals of all experimental groups were administered by 500 µL of oil solutions of thiosulfonate esters at 100 mg per kg of body weight for 21 days. In the second stage of the study, the dosage was reduced to 50 mg per kg of body. Throughout both stages of the study, rats were divided into a control group (I) and three experimental groups (II, III, IV), with 5 animals in each. Rats in group II received ETS with their food, while group III received ATS, and group IV received AATS, all in appropriate doses. The animals of the control group were similarly given 500 µL of oil once a day in their diet. After the decapitation of animals, the activities of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, concentrations of total protein, urea, cholesterol and triacylglycerols were determined in blood plasma.

As a result of the study, it was found that the use of sulfonic acid esters in the studied doses did not have a hepatotoxic effect on rats, as indicated by the normal activity of liver-indicating enzymes (ALT, ALP and alkaline phosphatase) in the blood plasma. In addition, sulfonic acid esters promoted protein synthesizing function, as evidenced by an increase in total protein concentration in the blood plasma and a decrease in urea – the end product of their decomposition. The studied esters had a positive effect on lipid metabolism, which was confirmed by a decrease in the concentration of triacylglycerol and cholesterol in the blood plasma, which, in turn, may contribute to the inhibition of the formation of their complexes in the liver - low-density lipoproteins.

Probable changes in the concentration of total protein under the action of ETS and ATS and triacylglycerols under the action of ATS and AATS showed better effects of sulfonic acid esters at a dose of 100 mg/kg compared to a dose 50 mg/kg.

*Keywords:* rats, sulfonic acid esters, S-ethyl-4-aminobenzenethiosulfonate, S-allyl-4-aminobenzenethiosulfonate, S-allyl-4-acetylaminothiosulfonate

## АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ БРІОФІТІВ НА ТРАНСФОРМОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ВИДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ

Л. Карпінець\*, В. Баранов, Р. Соханьчак, С. Бешлей

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

Досліджено сезонну динаміку вмісту пігментів фотосинтезу у пагонах *Ceratodon purpureus* із різних положень і місцезростань на відвалах Червоноградського гірничопромислового району. Встановлено, що кількісний склад хлорофілів  $a$  (хл  $a$ ) та  $b$  (хл  $b$ ), співвідношення  $a/b$  та хлорофілів/каротиноїдів ( $X/K$ ) у клітинах мохів змінювалися залежно від положення їхніх місцезростань на відвалах і від мікрокліматичних умов: температурного режиму, сонячної радіації та вологості субстрату. Виявлено, що у квітні на відкритих ділянках, де ріс *Ceratodon purpureus*, вміст хлорофілу  $a$  у його пагонах підвищувався, у липні кількість цього пігменту суттєво знижувалась, а співвідношення  $a/b$  було меншим, ніж навесні. Влітку вміст каротиноїдів у клітинах моху на освітлених ділянках підвищувався, порівняно з весняними показниками, що запобігало ймовірному фотоокисненню й утворенню вільних радикалів в умовах дії високої інсоляції та температури. Восени у пагонах *Ceratodon purpureus*, відібраних з різних положень відвалів, вміст як зелених, так і допоміжних пігментів здебільшого знижувався, порівняно з літніми показниками. Зміни у кількості та співвідношенні пігментів у різні періоди року на відвалах свідчили про адаптивний характер фотосинтетичної системи мохів, що сприяло ефективнішому використанню сонячної радіації різної інтенсивності. Залежно від положення на шахтних відвалах і від ступеня їхньої рекультиваци, визначено показники хлорофільного індексу для бріосинузій. Встановлено, що значення хлорофільного індексу залежало від екологічної приуроченості до умов місцезростання моху в техногенному середовищі, від складу бріофлори, суми зелених пігментів у фотосинтетичних органах і від площі асимілюючої поверхні. Для досліджуваних бріосинузій найбільший запас фітомаси та значення хлорофільного індексу визначено на відвалі шахти “Надія”, а найменший – на відвалі Центральної збагачувальної фабрики в моновидовому угрупованні *Ceratodon purpureus* – syn. Вищі показники продуктивності встановлено у синузії, до складу якої належить *Campylopus introflexus* із біоморфною структурою щільної дернини, який формує в умовах зростання найбільшу наземну фітомасу, порівняно з іншими видами. Хлорофільний індекс може слугувати важливим критерієм для оцінки участі мохів у продукційному процесі рослинного покриву на трансформованих територіях.

**Ключові слова:** бріофіти, породні відвали, пігменти фотосинтезу, хлорофільний індекс

Здатність рослин адаптовуватись до значних мінливостей середовища існування сприяє їхньому поширенню в умовах із досить широким спектром впливу різних екологічних чинників. Аналіз стану пігментного комплексу, його кількісних і якісних змін показників співвідношення хлорофілів і каротиноїдів, асоційованих з білковими комплексами у складі фотосинтетичних мембран, має вагоме значення для з'ясування пристосувальних



механізмів рослин до дії стрес-факторів середовища. Підтримка стабільності у функціонуванні та просторовій організації мембран хлоропластів дає змогу забезпечити кращу скоординованість компонентів електронно-транспортного ланцюга. Функціональна здатність фотосинтетичного апарату рослин є визначальною у контексті формування продуктивності рослинного покриву в модифікованих умовах середовища існування.

Незважаючи на невеликі розміри, бріофіти є важливими компонентами багатьох екосистем, які проявляють значну спроможність адаптуватися до негативного впливу навколишнього середовища та змінювати продуктивність фітоценозів. Показано, що мохоподібні, формуючи майже суцільний наземний покрив і накопичуючи значну фітомасу, впливають на продуктивність рослинних угруповань у північних лісових екосистемах та у вологих районах тундрових біомів [34, 40, 41].

Важливо було оцінити адаптивну здатність фотосинтетичного комплексу мохів, а також їхню роль у формуванні первинної продуктивності в умовах техногенного пресингу на основі дослідження їхніх біологічних особливостей. Тому метою роботи було проаналізувати сезонну динаміку вмісту пігментів фотосинтезу у пагонах домінантного виду моху *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. та показники хлорофільного індексу для бріофітних синузій залежно від екологічної приуроченості й положення на відвалах (вершина, тераса, підніжжя) Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) і шахти “Надія” Червоноградського гірничопромислового району (ЧГПР).

#### Матеріали та методи

Об’єктом досліджень були стійкі бріофітні угруповання, що сформувались на породних відвалах: рекультивованій (унаслідок нанесення шару ґрунтосуміші) діючої шахти “Надія” та незарослій і частково рекультивованій ЦЗФ “Червоноградська” ЧГПР на вершині, терасі й у підніжжі.

На вершині, терасі й у підніжжі відвалів закладали дослідні трансекти, на яких для опису виділяли пробні ділянки площею усього досліджуваного бріоугруповання. За зразками мохів, відібраними на визначених ділянках, встановлювали видовий склад і біоморфологічні особливості бріофлори угруповань. Систематичне опрацювання матеріалів проводили, використовуючи визначники мохоподібних [1–4, 11, 12]. Класифікацію та номенклатуру видів мохів встановлювали за Н. Хотгетсом та ін. [33]. Зібраний матеріал опрацьовували в камеральних умовах. Ідентифікацію бріофітів проводили під мікроскопом Primo Star (Carl Zeiss).

Біоморфологічну структуру мохоподібних визначали, аналізуючи життєві форми за класифікацією К. Гімінгайма і Е. Робертсона [30], модифіковану К. Мегдефрау [35], П. Річардсом [39] та доповнену Д. Гляйм [31]. Для встановлення проєктивного покриття (ПП) кожного виду мохоподібних використовували модифікований метод Н. Корневої [23] та модифіковану шкалу Ж. Браун-Бланке [16]. Стійкі мохові угруповання визначали у ранзі бріосинузій, які можуть бути як самостійними виділами, так і невід’ємними компонентами (у ранзі синузій) асоціацій судинних рослин [8, 10]. Їхні назви констатували за домінантною класифікацією та життєвими формами діагностичних видів мохоподібних [5, 7, 9, 13, 24, 25]. Вміст вологи у моховій дернині та субстраті визначали за С. М. Польчиною і В. Г. Мінеєвим [19, 22] методом зважування з подальшим обчисленням її у відсотках від маси абсолютно сухої речовини. Інтенсивність освітлення у локалітетах мохів вимірювали люксометром Ю-116.

Для дослідження сезонної динаміки вмісту пігментів фотосинтезу у мохів як об’єкт використовували пагони домінантного виду *Ceratodon purpureus* [17] залежно

від екологічних умов на шахтних відвалах. Для відвалу ЦЗФ характерна відкритість експозицій. Лише на окремих ділянках, де не проводять насипання породи, наявна фрагментованість рослинного покриву за участю поодиноких дерев *Betula pendula* Roth., *Pinus sylvestris* L. і невеликих ділянок трав'яного ярусу. Для відвалу шахти "Надія" характерна значна гетерогенність екологічних умов місцезростання бріофітів: на вершині наявність деревного ярусу з невеликою щільністю *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* і *Robinia pseudoacacia* L. створює незначне затінення, що в посушливий період року забезпечує сприятливі мікрокліматичні умови для онтогенезу рослин як трав'яних, так і мохових угруповань. На терасі відвалу місцями наявний трав'яний покрив. У підніжжі терикону відзначено істотне самозаростання деревними породами (*Betula pendula*, *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris*) і травами.

Проби рослинного матеріалу відбирали у квітні, липні та жовтні 2021 р. Вміст пігментів фотосинтезу у клітинах моху обчислювали за формулами Д. Веттштейна [6]. Для визначення хлорофільного індексу (ХІ) використовували показники сумарного вмісту хлорофілів а та b і фітомаси бріофітів, що формують угруповання [26]. Отримані результати опрацьовували методами статистичного аналізу [21].

#### Результати і їхнє обговорення

Зміни у пігментній системі рослин значною мірою залежать від тривалості й інтенсивності впливу екзогенних чинників середовища існування. Їхня дія взаємообумовлена і взаємопов'язана та реалізується через певні механізми, які поєднані з усім комплексом фотохімічних, фізичних та ензиматичних реакцій процесу фотосинтезу.

На відвалах ЧГПР значна напруженість екологічних факторів (дефіцит вологи, високий температурний режим, підвищена інсоляція тощо), а також окремі осередки горіння винесеної на поверхню літосфери материнської породи суттєво впливають на кількісні та якісні зміни пігментів рослин, спричиняючи їхню деградацію, вільнорадикальне фотоокиснення у клітинах тощо.

Межі температурного оптимуму фотосинтезу для різних рослин можуть відрізнятися, що обумовлено специфікою організації фотосинтетичного комплексу, його анатомічних і біохімічних особливостей [20]. Фотосинтетична система мохів пристосована до широкого діапазону інтенсивності світла, температурного режиму та здатна до швидкого відновлення активності після посушливих літніх періодів [14].

Зміна вмісту хлорофілів у білкових світлозбиральних комплексах і їхнє співвідношення є важливими біохімічними показниками реакції рослин на вплив екзогенних факторів та ступеня їхньої адаптації до різних екологічних умов. За дії негативних чинників вагому участі у захисті фотосинтетичного апарату беруть допоміжні пігменти – каротиноїди, виконуючи функцію хімічних буферів у реакціях фотосинтезу.

На підставі результатів досліджень встановлено, що у квітні на вершині відвалу шахти "Надія" вміст хлорофілів і допоміжних пігментів у пагонах *Ceratodon purpureus* був нижчим, аніж у липні та жовтні. Вочевидь, навесні відсутність оптимального температурного режиму середовища після зимового періоду пригальмувала процеси вегетативного розвитку моху, зокрема, поділ, диференціацію клітин, морфогенез, що призвело до зниження "запиту" на асиміляти. У цій ситуації порушення акцепторної функції в системі "донор-акцептор" сповільнювало роботу фотосинтетичного апарату (табл. 1).

Для літнього місяця липня характерними були погодні умови з переважанням сухих і спекотних днів, здебільшого з температурою повітря понад 25 °С та незначною кількістю опадів [42]. У такий період спостерігали збільшення фонду хл а ( $0,701 \pm 0,02$  мг/г маси сухої

речовини (м. с. р.) та хл  $b$  ( $0,401 \pm 0,04$  мг/г м. с. р.), співвідношення хлорофілів  $a/b$  (1,75) та Х/К (2,04) у пагонах моху, порівняно з весняними показниками, ймовірно, внаслідок активізації фотосинтетичної діяльності у сприятливих мікрокліматичних умовах його місцезростання. Адже незначне затінення мохових дернин деревними породами лімітувало екстремальну дію екологічних чинників, зокрема, температуру та безпосередній вплив сонячного світла, що, своєю чергою, зменшило випаровування вологи зі субстрату. Збільшення частки хлорофілів  $a/b$  свідчить про зниження ступеня агрегації тилакоїдів у мембранах хлоропластів [15].

Таблиця 1

Сезонна динаміка вмісту пігментів фотосинтезу в пагонах *Ceratodon purpureus* на різних положеннях відвалів шахт “Надія” та ЦЗФ

Місяці	Вміст пігментів фотосинтезу, мг/г маси сухої речовини					
	Хлорофіл $a$	Хлорофіл $b$	$a+b$	Каротиноїди	Х/К	$a/b$
	Відвал шахти “Надія” – вершина					
Квітень	0,485±0,03	0,312±0,04	0,797±0,04	0,405±0,01	1,97	1,56
Липень	0,701±0,02	0,401±0,04	1,102±0,07	0,540±0,02	2,04	1,75
Жовтень	0,602±0,06	0,486±0,02	1,088±0,06	0,476±0,04	2,29	1,24
	Тераса					
Квітень	0,720±0,03	0,544±0,08	1,264±0,08	0,429±0,04	2,95	1,32
Липень	0,431±0,02	0,350±0,02	0,781±0,04	0,459±0,02	1,70	1,23
Жовтень	0,451±0,01	0,389±0,03	0,840±0,04	0,447±0,02	1,88	1,16
	Підніжжя					
Квітень	0,708±0,02	0,508±0,03	1,216±0,07	0,429±0,03	2,84	1,39
Липень	0,441±0,02	0,416±0,02	0,857±0,03	0,517±0,02	1,65	1,10
Жовтень	0,257±0,03	0,212±0,03	0,469±0,02	0,379±0,01	1,24	1,21
	Відвал ЦЗФ – вершина					
Квітень	0,605±0,03	0,447±0,02	1,052±0,05	0,416±0,04	2,53	1,35
Липень	0,534±0,03	0,449±0,01	0,983±0,05	0,553±0,03	1,78	1,20
Жовтень	0,370±0,02	0,250±0,02	0,620±0,02	0,408±0,02	1,52	1,48
	Тераса					
Квітень	0,710±0,05	0,543±0,04	1,253±0,03	0,439±0,01	2,85	1,31
Липень	0,317±0,01	0,262±0,01	0,579±0,01	0,473±0,01	1,22	1,20
Жовтень	0,178±0,01	0,146±0,01	0,324±0,01	0,262±0,03	1,24	1,22

Восени в умовах більшого затінення місцезростання моху внаслідок зміни положення сонця кількість хлорофілу  $a$  становила  $0,602 \pm 0,06$  мг/г м. с. р., хлорофілу  $b$  –  $0,486 \pm 0,02$  мг/г м. с. р, а їхнє співвідношення ( $a/b$ ) зменшувалось (1,24), порівняно з літніми показниками, завдяки підвищеному вмісту хлорофілу  $b$ . Активація його біосинтезу, вочевидь, забезпечувала допоміжну світлозбиральну функцію в периферичних фокусуючих комплексах фотосистем, що дало змогу компенсувати лімітовану кількість доступної світлової енергії для росту і розвитку моху.

У квітні на терасі породного відвалу, де ділянка прогрівалася під прямим сонячним промінням, вміст зелених пігментів фотосинтезу у клітинах моху був найбільшим (хлорофіл  $a$  –  $0,720 \pm 0,03$  мг/г м. с. р, хлорофіл  $b$  –  $0,544 \pm 0,08$  мг/г м. с. р), а співвідношення хлорофілів/каротиноїдів становило 2,95. У липні на відкритих експозиціях, де ріс мох, надмірне освітлення в сукупності з високими температурними показниками та нестачею вологи у субстраті призвели до зниження концентрацій хл  $a$  ( $0,431 \pm 0,02$  мг/г м. с. р) та хл  $b$  ( $0,350 \pm 0,02$  мг/г м. с. р), ймовірно, внаслідок їхньої деструкції. Водночас кількість каротиноїдів зростала: співвідношення Х/К (1,7) було найменшим, порівняно з іншими місяцями. У такому разі допоміжні пігменти виконували фотопротекторну функцію, утилізуючи надлишки світлової енергії, що знижувало ймовірність перегріву та фотоокиснення молекул хлорофілу за дії високої інсоляції. Окрім того, активація біосинтезу

каротиноїдів пов'язана і з антиоксидантними властивостями цих пігментів, оскільки в умовах екстремальної сонячної радіації каротиноїди, взаємодіючи зі збудженими молекулами триплетного хлорофілу та синглетного кисню, здатні забезпечувати їхній основний рівень і розсіювати надлишкову енергію у формі тепла, таким чином перешкоджаючи розвитку окиснювальних процесів у клітинах рослин [27–29, 32, 36–38].

Восени вміст хлорофілів  $a$  та  $b$  ( $0,451 \pm 0,01$  мг/г м. с. р. та  $0,389 \pm 0,03$  мг/г м. с. р. відповідно) у тилакоїдах мембран хлоропластів трохи перевищував їхній вміст у липні, водночас співвідношення  $a/b$  знижувалося (1,16) внаслідок підвищення вмісту хл  $b$  на фоні збільшення відносної частки X/K (1,88). Підвищення вмісту зелених пігментів восени, вочевидь, активували компенсаційні механізми, дія яких спрямована на стабілізацію функції асиміляційного апарату після посушливих літніх періодів.

У квітні у підніжжі відвалу вміст хлорофілів становив: хл  $a$  –  $0,708 \pm 0,02$  мг/г м. с. р., хл  $b$  –  $0,508 \pm 0,03$  мг/г м. с. р., співвідношення X/K – 2,84. Восени кількість пігментів фотосинтезу у пагонах *Ceratodon purpureus* зменшувалася, порівняно з літніми показниками, визначене співвідношення X/K було низьким (1,24). Ймовірно, каротиноїди виконували функцію допоміжних світлозбиральних пігментів, резонансним шляхом передаючи енергію свого електроннозбудженого стану до молекули хлорофілу  $a$ .

Встановлено, що на вершині відвалу ЦЗФ вміст хл  $a$  у пагонах моху зменшувався від квітня до жовтня: від  $0,605 \pm 0,03$  мг/г м. с. р. до  $0,370 \pm 0,02$  мг/г м. с. р. (табл. 1). Співвідношення кількості зелених пігментів  $a/b$  у весняний місяць становило 1,35, а кількість хлорофілів до каротиноїдів – 2,53. Влітку вміст хл  $b$  зростав, що забезпечувало більшу стабільність пігмент-білкових комплексів тилакоїдів і структури мембран хлоропластів, відповідно співвідношення хлорофілів  $a/b$  у фотосинтезуючих клітинах моху знижувалося (до 1,2). На фоні зменшення фонду зелених пігментів спостерігали підвищення біосинтезу каротиноїдів: співвідношення X/K досягало 1,78. Восени вміст хл  $a$  становив  $0,370 \pm 0,02$  мг/г м. с. р., хл  $b$  –  $0,250 \pm 0,02$  мг/г м. с. р., а співвідношення  $a/b$  (1,48) було вищим, аніж в інші сезони, водночас відносна частка X/K була найменшою (1,52).

Порівняно з весняними показниками вмісту хлорофілів у фотосинтетичних органах моху (хл  $a$  –  $0,710 \pm 0,05$  мг/г м. с. р., хл  $b$  –  $0,543 \pm 0,04$  мг/г м. с. р.), значно знижувалась їхня кількість влітку на терасі відвалу (хл  $a$  –  $0,317 \pm 0,01$  мг/г м. с. р., хл  $b$  –  $0,262 \pm 0,01$  мг/г м. с. р.). Інтенсивність сонячної радіації та високий температурний режим як повітря, так і субстрату були екстремальними, що, ймовірно, досягло меж температурного максимуму для функціональної здатності асимілюючого комплексу та призвело до деструкції хлорофілів і пригнічення біохімічних реакцій у зелених пластидах. Водночас співвідношення X/K було низьким (1,22), оскільки активувався біосинтез допоміжних пігментів, що є реакцією-відповіддю фотосинтетичного апарату на дію екстремальних екологічних чинників [18]. У жовтні загальний фонд пігментів фотосинтезу в асимілюючих клітинах мохів істотно знижувався, ймовірно, внаслідок сповільнення процесів росту й розвитку рослин, а отже, і їхнього метаболізму.

На відвалі ЦЗФ унаслідок проведення технічної рекультивації (терасування, насипання суглинкового чи супіщаного шару) та ерозійних процесів, які відбуваються через зсув і змив нестійкого субстрату низхідними потоками дощової води, створюються перешкоди для заселення піонерних видів та формування рослинного покриву загалом. Під час дослідження бріофітного покриву на відвалі його місцезростання встановлено лише на вершині й терасі, у підніжжі навіть поодиноких рослин моху не було виявлено.

Отже, зміни у кількості та співвідношенні пігментів у різні періоди року на відвалах свідчили про пристосувальний характер фотосинтетичної системи мохів, що сприяло ефективнішому використанню сонячної радіації різної інтенсивності в різних екологічних умовах.

Особливості функціонування екосистем залежать від швидкості, інтенсивності утворення і трансформації органічної речовини, що визначає первинну продуктивність рослинних фітоценозів. Вагомим показником фотосинтетичної продуктивності рослинного покриву є хлорофільний індекс (ХІ), який характеризується відношенням сумарної кількості зелених пігментів у рослинах до їхньої надземної фітомаси. Виявлено високий показник хлорофільного індексу (1,83 г/м<sup>2</sup>) для моху *Dicranum majus* Sm., який формує лісові бріоугруповання, і трохи менший для *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. – 0,673 г/м<sup>2</sup>, що суттєво залежить від видових особливостей мохів та екологічних умов середовища [26].

На породних відвалах мохоподібні у міру природних процесів відновлення рослинності (сукцесійних процесів) формують угруповання, що характеризуються певними закономірностями поєднання видів, для яких визначальним є приуроченість до екологічних умов місцезростання. Мохові угруповання розглядали як бріосинузії, що різняться між собою за домінуючими видами та їхньою біоморфологічною структурою, а також є просторово виокремленими епігейними угрупованнями, що займають окрему екологічну нішу (моховий ярус).

Залежно від положення на шахтних відвалах і ступеня їхньої рекультиваци визначено показники хлорофільного індексу для бріофітних синузій. Встановлено залежність значення хлорофільного індексу від їхньої екологічної приуроченості до умов місцезростання у техногенному середовищі, видового складу угруповань, сумарної кількості зелених пігментів у фотосинтетичних органах і від площі асимілюючої поверхні.

На відвалі шахти “Надія”, зокрема, на його вершині, для щільнодернинної синузії *Campylopus introflexus*–*Ceratodon purpureus* – сун. встановлено показник хлорофільного індексу – 0,263 г/м<sup>2</sup>. Наземна фітомаса була представлена переважно вегетативними асимілюючими органами мохоподібних і становила 421,6 г/м<sup>2</sup>. Це угруповання репрезентоване такими видами, як *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. і *Ceratodon purpureus* із проективним покриттям 70 % і 30 % відповідно та виростає на галявині біля поодиноких екземплярів дерев: *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula* та *Pinus sylvestris*. Інтенсивність освітлення місцезростання угруповання – 86,0–91,0 тис. лк, вологість субстрату – 3,0 % (табл. 2).

Таблиця 2

Хлорофільний індекс бріосинузій залежно від умов місцезростань на породних відвалах ЦЗФ та шахти “Надія”

Види моху в угрупованнях	Вміст хлорофілів (a+b), мг/г маси с. р.	Наземна фітомаса, г/м <sup>2</sup>	Хлорофільний індекс, г/м <sup>2</sup>
Відвал шахти “Надія” – вершина			
<i>Campylopus introflexus</i>	0,610±0,036	289,1±18,0	0,175±0,003
<i>Ceratodon purpureus</i>	0,662±0,050	132,5±10,2	0,088±0,01
Всього		<b>421,6</b>	<b>0,263</b>
Тераса			
<i>Ceratodon purpureus</i>	0,689±0,034	94,4±10,6	0,065±0,006
<i>Bryum argenteum</i>	0,715±0,05	103,2±7,8	0,074±0,009
Всього		<b>197,6</b>	<b>0,139</b>
Підніжжя			
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	0,753±0,063	227,1±12,9	0,170±0,005
<i>Ceratodon purpureus</i>	0,687±0,077	123,9±15,3	0,083±0,004
Всього		<b>351,0</b>	<b>0,253</b>
Відвал ЦЗФ – вершина			
<i>Polytrichum piliferum</i>	0,592±0,026	156,1±13,1	0,092±0,009
Всього		<b>156,1</b>	<b>0,092</b>
Тераса			
<i>Ceratodon purpureus</i>	0,486±0,069	123,9±13,5	0,058±0,003
Всього		<b>123,9</b>	<b>0,058</b>

На терасі відвалу флористичний склад щільнодернинної синузії *Ceratodon purpureus*–*Bryum argenteum* – сун. репрезентований 2 видами мохів: *Ceratodon purpureus* (ПП – 60 %) та *Bryum argenteum* Hedw. (ПП – 40 %). Угрупування сформоване на відкритій, добре освітленій ділянці екоотопу. Показник ХІ для бріосинузії, яка приурочена до умов із недостатнім зволоженням субстрату (0,4 %) і значним ступенем інсоляції (95,0–100,0 тис. лк), становив 0,139 г/м<sup>2</sup>, надземна фітомаса була незначною – 197,6 г/м<sup>2</sup>.

У підніжжі відвалу на трохі затіненій (інсоляція – 74,0–80,0 тис. лк) та зволоженої ділянці (5,9 %) сформувалось угруповання, флористичний склад якого представляє *Ceratodon purpureus* (ПП 65 %), *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn. et al. (ПП 30 %) та *Ptychostomum imbricatum* (Müll. Hal.) Holyoak & N. Pedersen (ПП ≈ 3 %) в асоціації зі судинними рослинами, зокрема, *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Acer negundo* L. та ін. Для мохової синузії *Ceratodon purpureus*–*Bryum pseudotriquetrum* – сун., яка росте на вогкому субстраті підніжжя відвалу, запас наземної фітомаси становив 351,0 г/м<sup>2</sup>, а хлорофільний індекс – 0,253 г/м<sup>2</sup>. Слід зазначити, що для *Ptychostomum imbricatum* встановлено низьке значення проективного покриття в угрупованні, під час визначення ХІ цей вид не брали до уваги, оскільки його участь у формуванні наземної фітомаси є мінімальною.

На вершині відвалу ЦЗФ флористичний склад виявленого угруповання репрезентує *Polytrichum piliferum* Hedw. із життєвою формою пухкої дернини та з проективним покриттям 83,0 %. Наявність поодиноких екземплярів деревних рослин і розміщення бріосинузії *Polytrichum piliferum* – сун. на трохі затіненому краю ерозійного жолоба **сприяли** зменшенню інтенсивності сонячного світла (83,5–90,5 тис.), відповідно, і меншій втраті вологи у техноземі (1,0 %). Запас надземної фітомаси та величина ХІ для моновидової бріосинузії *Polytrichum piliferum* – сун. були 156,1 г/м<sup>2</sup> та 0,092 г/м<sup>2</sup> відповідно.

У ксероморфних умовах тераси відвалу ЦЗФ на плоскій формі рельєфу сформувалось угруповання, представлене стійким синантропним видом із біоморфною структурою щільної дернини – *Ceratodon purpureus* (ПП – 65 %). У синузії *Ceratodon purpureus* – сун. як фітомаса (123,9 г/м<sup>2</sup>), так і показник ХІ (0,058 г/м<sup>2</sup>) були нижчими, аніж на вершині, що пов'язано зі зменшенням площі асиміляційної поверхні рослин і зі зниженням біосинтезу хлорофілу в умовах місцезростання з недостатнім водним режимом (вологість субстрату – 0,6 %) та значним впливом сонячного світла (95,0–100,0 тис. лк).

Таким чином, для досліджуваних бріосинузій найбільший запас фітомаси та значення ХІ визначено на відвалі шахти “Надія”, а найменшу – на відвалі ЦЗФ у моновидовому угрупованні *Ceratodon purpureus* – сун. Показники продуктивності підвищувались у синузії, до складу якої належать *Campylopus introflexus* із біоморфною структурою щільної дернини, який формує найбільшу наземну фітомасу, порівняно з іншими видами. Поступово формуючи на шахтних відвалах заростання, мохоподібні виконують вагому роль у продукційному процесі на трансформованих територіях і підвищують функціональну здатність змінених екосистем. Асимілюючі органи рослин є цією первинною природною субстанцією, яка забезпечує фотосинтез і становить основу біологічної продуктивності в екологічних системах.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бачурина Г. Ф., Мельничук В. М. Флора мохів Української РСР. К.: Наук. думка, 1987. Вип. I. 180 с.
2. Бачурина Г. Ф., Мельничук В. М. Флора мохів Української РСР. К.: Наук. думка, 1988. Вип. II. 179 с.

3. Бачурина Г. Ф., Мельничук В. М. Флора мохів Української РСР. К.: Наук. думка, 1989. Вип. III. 175 с.
4. Бачурина Г. Ф., Мельничук В. М. Флора мохів України. К.: Академперіодика, 2003. Вип. IV. 255 с.
5. Бойко М. Ф. Про синузії мохоподібних // Укр. ботан. журнал. 1978. Т. 35. № 1. С. 87–92.
6. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. М.: Высш. школа, 1985. 392 с.
7. Гапон С. В. Біоморфологічна структура бріофлори Лісостепу України // Чорноморськ. ботан. журнал. 2010. Т. 6. № 1. С. 41–47.
8. Гапон С. В. Епіфітні бріоугруповання Лісостепу України: Аналіз флори і бріосинтаксономія // Укр. ботан. журнал. 2010. Т. 67. № 3. С. 446–453.
9. Гапон С. В. Мохоподібні Лісостепу України (рослинність та флора): дис. ... д-ра біол. наук: 03.05.00. К., 2011. 855 с.
10. Гапон С. В. Методичний аспект дослідження мохової рослинності // Укр. ботан. журнал. 2013. Т. 70. № 3. С. 292–297.
11. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора средней части европейской России. Т. 1: Sphagnaceae–Hedwigiaceae. М.: КМК, 2003. 608 с.
12. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора средней части европейской России. Т. 2: Fontinalaceae–Amblistegiaceae. М.: КМК, 2004. 335 с.
13. Карпінець Л. І., Лобачевська О. В., Соханьчак Р. Р. Екологічна структура епігейних синузій мохоподібних на породних відвалах Червоноградського гірничопромислового району // Укр. ботан. журнал. 2017. Т. 74. № 2. С. 154–162.
14. Кияк Н. Фотосинтетична активність мохів на девастованих територіях видобутку сірки // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2013. Вип. 62. С. 170–179.
15. Кобилецька М. С., Маленька У. Вплив саліцилової кислоти на вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах кукурудзи за дії кадмії хлориду // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2012. Вип. 58. С. 300–308.
16. Кузярін О. Т. Бріофлора вугільних відвалів Львівсько-Волинського промислового регіону // Біологічні Студії (Studia Biologica). 2013. Т. 7. № 1. С. 105–114.
17. Лобачевська О. В. Мохоподібні породних відвалів Червоноградського гірничопромислового району // Чорноморськ. ботан. журнал. 2012. Т. 8. № 1. С. 67–77.
18. Лобачевська О., Бойко І., Карпінець Л. Фенотипна пластичність моху *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. в умовах техногенно трансформованого середовища // Біологічні студії (Studia Biologica). 2014. Т. 8. № 3–4. С. 137–148.
19. Минеев В. Г. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 1989. 304 с.
20. Мокроносів А. Т., Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты: учеб. для студ. вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд. центр «Академия», 2006. 448 с.
21. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
22. Польчина С. М. Методичні рекомендації до лабораторних і практичних робіт з ґрунтознавства. Чернівці: ЧДУ, 1991. 60 с.
23. Улычна К. О., Гапон С. В., Кулык Т. Г. К методике изучения эпифитных моховых обрастаний. Проблемы бриологии в СССР. Л.: Наука, 1986. С. 201–206.
24. Улычна К. О. Динаміка мохових синузій бучин Опілля // Укр. ботан. журнал. 1980. Т. 37. № 6. С. 45–48.
25. Ходосовцев О. Є., Бойко М. Ф., Надсіна О. В., Ходосовцева Ю. А. Лишайникові та мохові угруповання нижньодніпровських арен: синтаксономія та індикація дефляційних процесів // Чорноморськ. ботан. журнал. 2015. Т. 7. № 1. С. 44–66.

26. Шмакова Н. Ю., Кудрявцева О. В. Сравнительная оценка листового и хлорофильного индексов для определения годичной продукции органического вещества в сообществах горной тундры Хибин // Ботан. журнал. 2002. Т. 87. № 3. С. 85–97.
27. Cuttriss A. J., Pogson B. J. Carotenoids // Plant Pigments and Their Manipulation / Eds. K. M. Davies. Boca Raton: CRC Press. 2004. P. 57–91.
28. Foyer C. H., Harbinson J. Relationships between antioxidant metabolism and carotenoids in the regulation of photosynthesis. The photochemistry of carotenoids. Eds. Frank H. A., Young A. J., Cordell R. J. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. 1999. P. 305–325.
29. Foyer C. H., Shigeoka S. Understanding Oxidation stress and Antioxidant Functions to Enhance Photosynthesis // Plant Physiol. 2011. Vol. 155. P. 93–100.
30. Gimingham C. H., Robertson E. T. Preliminary investigations on the structure of bryophytic communities // Transaction of British Bryological Society. 1950. N 1. P. 330–344.
31. Glime J. M. Bryophyte Ecology. Vol. 1. Physiological Ecology. 2007. – E-book sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Accessed on March 2008 at <<http://www.bryocol.mtu.edu/>>.
32. Havaux M. Carotenoid oxidation products as stress signals in plants // Plant J. 2014. N 79. P. 597–606.
33. Hodgetts N. G., Söderström L., Blockeel T. L. et. al. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus // Journal of Bryology. 2020. Vol. 42. N 1. C. 1–116.
34. Longton R. E. The role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems. In: Bryophytes and Lichens in a Changing Environment / Eds. J. W. Bates and A. M. Farmer. Clarendon Press. Oxford, 1992. P. 32–76.
35. Magdefrau K. Life-forms of Bryophytes. Bryophyte Ecology. London; New York, 1982. P. 45–58.
36. Mittler R. Oxidative stress, Antioxidants and Stress Tolerance // Trends Plant Sci. 2002. Vol. 7. P. 405–410.
37. Mozzo M., Dall'Osto L., Hienerwadel R. et al. Photoprotection in the antenna complexes of photosystem II. Role of individual xanthophylls in chlorophyll triplet quenching // J. Biol. Chem. 2008. Vol. 283. N 10. P. 6184–6192.
38. Pogson B. J., Rissler H. M., Frank H. A. The roles of carotenoids in photosystem II of higher plants // Photosystem II: The Light-driven Water: Plastoquinone Oxidoreductase / Eds. T. Wydrzynski, K. Satoh. Dordrecht: Springer-Verlag, 2005. P. 515–537.
39. Richards P. W. The ecology of tropical forest bryophytes // New Manual of Bryology. Nichinan: The Hattori Botanical Laboratory. 1984. Vol. 2. P. 1233–1270.
40. Rousk K., Jones D. L., DeLuca T. H. Moss-cyanobacteria associations as biogenic sources of nitrogen in boreal forest ecosystems // Front Microbiol. 2013. Vol. 4.
41. Russell S. Bryophyte production and decomposition in tundra ecosystems // Bot. J. Linn. Soc. 1990. Vol. 104. N 1–3. P. 3–22.
42. Електронний ресурс: <https://meteopost.com/weather/archive/>

Стаття надійшла до редакції 20.03.23

доопрацьована 16.05.23

прийнята до друку 14.06. 23



**PHOTOSYNTHETIC COMPLEX ACTIVITY OF THE BRYOPHYTES  
ON THE TRANSFORMED COAL MINING TERRITORIES****L. Karpinets, V. Baranov, R. Sokhanchak, S. Beshley***Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine  
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine  
e-mail: lyudmyla.vo@gmail.com*

It was investigated the seasonal dynamic of photosynthetic pigments content in shoots of the *Ceratodon purpureus* from different positions and local growing on dumps of the Chervonograd mining district. It was established that the quantitative composition of the *a* & *b* chlorophyll (chl *a* and chl *b*), ratio of the *a/b* and chlorophylls/carotenoids (Chl/K) in the moss cells changed depending on the position of their local growing on dumps and microclimatic conditions: temperature regime, solar radiation and humidity of the substrate. It was found that in April on open areas where *Ceratodon purpureus* grew, the content of chlorophyll *a* in its shoots increased, in July the amount of green pigment (chl *a*) significantly decreased, and the *a/b* ratio was lower than in spring. In the summer, content of the carotenoids in the moss cells on the illuminated areas increased, compared to the spring indicators, which prevented possibility of the photooxidation and formation of the free radicals under conditions of high insolation and temperature. In autumn, the content of both green pigments and auxiliary pigments in the *Ceratodon purpureus* shoots, selected from different positions of dumps, mostly decreased, compared to the summer indicators. Changes in quantity and ratio of pigments in different periods of the year on the dumps testified about adaptive character of the mosses photosynthetic system, which contributed to more efficient using of the different intensities solar radiation. Depending on the position on the rock dumps and the degree of their reclamation, the indicators of the chlorophyll index for mosses synusiae were determined. It was found that the indicators of the chlorophyll index depended on the ecological conditions of moss growing in the technogenic environment, the composition of the bryoflora, the amount of green pigments in the photosynthetic organs, and the area of the assimilating surface. For the studied briosynusiae the largest stock of phytomass and the indicators of the chlorophyll index was determined on the dump of the "Nadiya" mine, and the smallest on the dump of the Central Enrichment Factory in the monospecies group *Ceratodon purpureus* – syn. Were established higher productivity indicators in synusiae, which includes *Campylopus introflexus* with biomorphic structure of the dense turf, which forms the largest over ground phytomass in growing conditions, compared to other species. The chlorophyll index can serve as an important criterion for assessing the participation of mosses in the production process of plant cover on transformed territories.

*Keywords:* bryophytes, rock dumps, photosynthesis pigments, chlorophyll indexes

**ГІЛЛЯСТОВУСІ РАКИ ЛЬВІВЩИНИ (*CRUSTACEA* : *CLADOCERA*)  
У ГІДРОБІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ Б. ДИБОВСЬКОГО  
ТА М. ГРОХОВСЬКОГО (ЗА МАТЕРІАЛАМИ КРУГЛОГО СТОЛУ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПІСІЇ НАУКОВОГО ТОВАРИСТВА ІМ. ШЕВЧЕНКА)**

**О. Іванець**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: oleh\_ivanets@ukr.net; oleh.ivanets@lnu.edu.ua*

У водоймах Львівщини за матеріалами Б. Дибовського та М. Гроховського зареєстровано 49 таксонів *Cladocera*. З точки зору фауністичного різноманіття досліджені локації можна розподілити на дві групи. Перша група локацій (зареєстровано по 10 і більше таксонів): Пелчинський став, Янівський став, Велике Голоско. Друга група локацій (зареєстровано до 5 таксонів): парк Кілінського, став Собка, Мале Голоско, Збоїща, Снопків, Городок, Жидачів. Найбільшу кількість таксонів *Cladocera* зареєстровано у Янівському ставі (21 таксон). Найменшу кількість (1 таксон) зареєстровано у локації Збоїща.

З урахуванням показника частоти трапляння виділено 4 групи таксонів. Перша група має частоту трапляння 10 % (34 таксони), друга – 21 % (10 таксонів), третя – 30 % (4 таксони), четверта – 50 % (1 таксон). До таксонів, що є найбільш поширеними і мають частоту трапляння 30 %, належать *Alona affinis*, *Leydig.*, *Ceriodaphnia polonica*, nob., *Peracantha truncata*, O. F. Müll., *Sida crystallina*, O. F. Müll. Частота трапляння 50 % характерна для *Simocephalus vetulus*, O. F. Müll.

Міра попарної подібності фаун *Cladocera* водойм різноманітних локацій, розрахована за індексом Жаккара та індексом Сьоренсена, має однакові тенденції. Спільних видів не мають 23 пари водойм. Для них індекс Жаккара та індекс Сьоренсена дорівнює нулю. Найвищий коефіцієнт схожості фаун між водоймами локацій парк Кілінського та Збоїща (індекс Жаккара – 33 %, індекс Сьоренсена – 50 %). Найменший показник зареєстрований для локацій Янів – Жидачів і Мале Голоско – Янів (індекс Жаккара – 4 %, індекс Сьоренсена – 8 %). Індекс Жаккара характеризується більшою амплітудою розрахованих показників і дає кращу диференціацію за високих і середніх показників подібності. За низьких показників подібності переваги має індекс Сьоренсена.

Проведене дослідження становить особливий інтерес з огляду на фауністичний аналіз угруповань *Cladocera* та порівняльну характеристику показників, що ідентифікують тривалі періоди часу. Такі матеріали є одним із ключових аспектів, на яких базується проблематика гідроекологічного моніторингу.

*Ключові слова:* *Cladocera*, зоопланктон, Львівщина, Б. Дибовський, М. Гроховський

Гіллястовусі раки (*Cladocera*) відіграють важливу роль у процесах самоочищення водойм. Їхні популяції досягають значної чисельності й біомаси, що обумовлює суттєве значення їх у процесах трофодинаміки гідроекосистем. Гідробіонти, як зазначає Водна Рамкова Директива Європейського Парламенту і Ради (EU Water Framework Directive 2000/60/EC), відіграють ключову роль у проведенні комплексного гідроекологічного мо-

ніторингу [20]. *Cladocera*, які є чутливими біологічними індикаторами й одним із ключових компонентів зоопланктоценозів, залучені в систему комплексної оцінки стану водних об'єктів України. Такий підхід має враховувати особливості змін у гідроекосистемах протягом тривалих періодів часу. Систематизація й аналіз в історичному аспекті фауністичної структури зоопланктоценозів дасть змогу ретроспективно простежити зміни, що відбуваються у гідроекосистемах, визначити наслідки антропогенного впливу на водойми і спрогнозувати зміни гідробіоценозів у перспективі [14, 17, 34].

Водночас ретроспективні дослідження зоопланктону і, зокрема, *Cladocera* регіональних фаун на сьогодні потребують особливого акценту. Саме тому в даній роботі приділено увагу історичним аспектам вивчення *Cladocera* Львівщини, у регіоні Головного Європейського Вододілу, який відіграє значущу роль у формуванні гідроекосистем Українського Розточчя на теренах Галичини.

Такий підхід має суттєве теоретичне і практичне значення. Врахування вагомих перебудов фауністичної структури *Cladocera* за тривалі періоди часу є важливим для цілісного розуміння процесів, що відбуваються у водоймах. Вивчення *Cladocera* під таким кутом зору дасть змогу провести ретроспективний аналіз видового складу даного таксону, проаналізувати фауністичні трансформації та простежити за перебудовами, які відбуваються в гідроекосистемах.

Це дослідження проведено в межах науково-дослідних тем «Ценотичні зв'язки ключових видів як основа збереження та відтворення біорізноманіття водотоків Європейського вододілу» та «Трансформація оселищ і її вплив на зообіоту заходу України за сучасних умов кліматичних змін».

Перші згадки щодо *Cladocera* заходу України і, зокрема, Львівщини знаходимо у публікаціях видатних польських гідробіологів Б. Дибовського та М. Гроховського [8–12, 21–26]. У травні 2018 р. у Львівському національному університеті імені Івана Франка відбулася міжнародна конференція з нагоди 185-річного ювілею від дня народження Б. Дибовського, на якій висвітлювалися головні віхи його наукового та життєвого шляху [9, 15].

Мета нашої роботи – проаналізувати вивченість *Cladocera* за матеріалами досліджень Б. Дибовського та М. Гроховського, які були проведені у XIX ст. на теренах Львівщини. Досягнення мети передбачає виконання таких завдань: 1) проведення ретроспективного аналізу фауністичної структури *Cladocera* за матеріалами Б. Дибовського та М. Гроховського з урахуванням таксонів, які були описані цими дослідниками, і чинної на той час систематики; 2) подання характеристики фауністичної структури *Cladocera* з урахуванням частоти трапляння окремих таксонів; 3) проведення аналізу подібності фаун *Cladocera* з використанням індексу Жаккара й індексу Сьоренсена.

Проведене дослідження є важливим з огляду на значущість *Cladocera* у проблематиці оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на гідроекосистеми. Дослідження відгуків угруповань *Cladocera* на ті чи інші чинники з урахуванням особливостей фауністичної структури є одним із ключових аспектів, на яких базується проблематика гідроекологічного моніторингу. У зв'язку з цим становить особливий інтерес фауністичний аналіз *Cladocera* та порівняльна характеристика показників, що ідентифікують тривалі періоди часу. Такі роботи є актуальними з урахуванням сучасних публікацій про зоопланктон Галичини та Львівщини [1–7, 13, 27–32].

#### Матеріал та методи

Проведена робота базується на аналізі публікації Б. Дибовського та М. Гроховського “Spis systematyczny Wioślarek (*Cladocera*) krajowych sporządzony na podstawie okazów

i preparatów, które oddane były na naszą tegoroczną Wystawę krajową we Lwowie“, яка була опублікована у Львові 1895 р. у науковому журналі “Kosmos” польського товариства природодослідників імені М. Коперніка [22].

Частоту трапляння таксонів *Cladocera* виражали у відсотках і розраховували як відношення локацій, у яких траплявся таксон, до загальної кількості досліджених локацій [14, 16]. При цьому під таксоном розуміли досить відокремлену таксономічну групу, якій можна було би присвоїти певну категорію. Брали до уваги, що поняття таксону належить до конкретних організмів і має бути описане під певною назвою [33]. Сучасні назви таксонів подавали відповідно до [19].

Індекс Жаккара й індекс Сьоренсена для визначення попарної міри подібності фаун *Cladocera* водойм різноманітних локацій розраховували відповідно до [14, 16].

### Результати і їхнє обговорення

На Львівщині Б. Дибовським і М. Гроховським досліджено 10 локацій, які включають водойми м. Львова (Пелчинський став, парк Кілінського, став Собка), околиці м. Львова (Мале Голоско, Велике Голоско, Збоїща, Снопків) та більш віддалені від м. Львова території (Янів, Городок, Жидачів) (рис. 1).

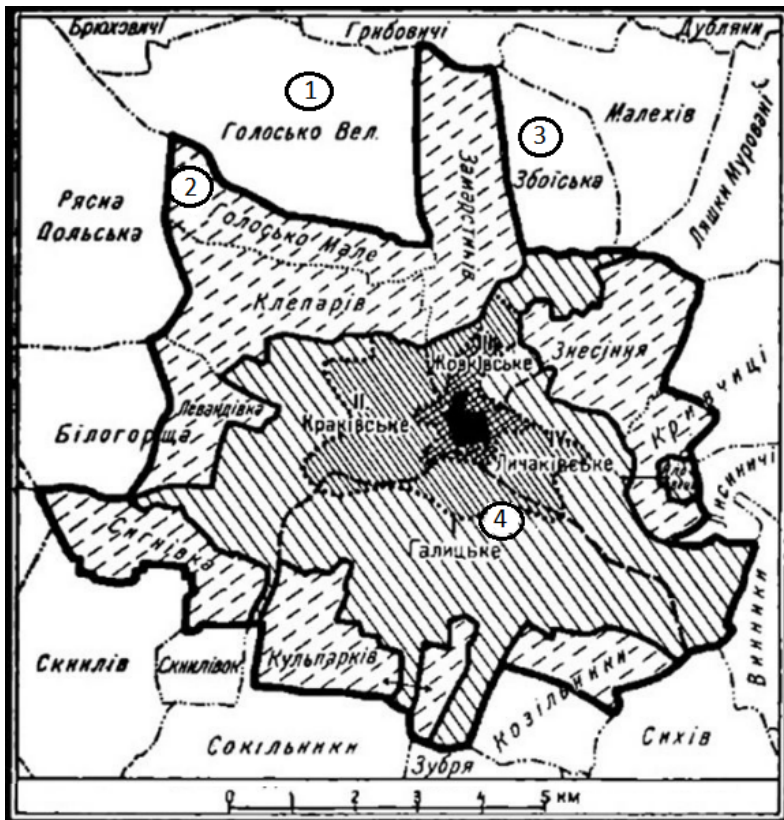


Рис. 1. Околиці м. Львова, досліджені Б. Дибовським та М. Гроховським [18]: 1 – Голоско Велике; 2 – Голоско Мале; 3 – Збоїща; 4 – Снопків; ■ – Львів у XV ст.; ▨ – Львів у XVIII ст.; ▩ – Львів у XIX ст.; ▧ – Львів у XX ст.; ▦ – Львів у 1930–1942 рр.; — — — — — межі м. Львова в 1930–1942 рр.; — — — — — межі м. Львова до 1930 р.; - - - - - межі дільниць прилучених громад до 1930 р.; - - - - - межі підміських громад



Продовження табл. 1

8	<i>Bosmina longirostris</i> , O. F. Müll. <b>(<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller, 1776))</b>	10				+
9	<i>Camptocercus rectirostris</i> , Schoedler. <b>(<i>Camptocercus rectirostris</i> Schödler, 1862)</b>	10				+
10	<i>Ceriodaphnia polonica</i> var. <i>Kromaniana</i> , nob. <b>(<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862)</b>	10				+
11	<i>Ceriodaphnia polonica</i> , nob. <b>(<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862)</b>	30	+		+	+
12	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> ., Sars. <b>(<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862)</b>	10		+		
13	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> , Jurine. <b>(<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820))</b>	20		+		+
14	<i>Chydorus caelatus</i> , Schoedler. <b>(<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776))</b>	10	+			
15	<i>Chydorus globiformis</i> nob. <b>(<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843))</b>	10				+
16	<i>Chydorus ovalis</i> , Kurz. var. <i>Ludwinowianus</i> <b>(<i>Chydorus ovalis</i> Kurz, 1875)</b>	10				+
17	<i>Coronatella inornata</i> , var. <i>Nalibokiana</i> , nob. <b>(<i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862)</b>	10	+			
18	<i>Ctenodaphnia hellichii</i> , nob. syn: <i>Daphnia atkinsonii</i> , Hellich. <b>(<i>Daphnia (Ctenodaphnia) atkinsoni</i> Baird, 1859)</b>	10			+	
19	<i>Ctenodaphnia pulex</i> var. <i>gibbosa</i> , Hellich <b>(<i>Daphnia (Daphnia) pulex</i> Leydig, 1860, emend. Scourfi eld, 1942)</b>	10			+	
20	<i>Ctenodaphnia pulex</i> var. <i>pennata</i> , O. F. Müll. <b>(<i>Daphnia (Daphnia) pulex</i> Leydig, 1860, emend. Scourfi eld, 1942)</b>	10				+
21	<i>Ctenodaphnia pulex</i> , De Geer. <b>(<i>Daphnia (Daphnia) pulex</i> Leydig, 1860, emend. Scourfi eld, 1942)</b>	20		+		+
22	<i>Daphnella brachyura</i> , Lievin. <b>(<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848))</b>	10	+			
23	<i>Daphnella Brandtiana</i> , Fischer. <b>(<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848))</b>	10				+
24	<i>Daphnia Schaefferi</i> , Baird. <b>(<i>Daphnia (Ctenodaphnia) magna</i> Straus, 1820))</b>	10			+	
25	<i>Daphnia Schaefferi</i> var. <i>Eylmanii</i> , nob. <b>(<i>Daphnia (Ctenodaphnia) magna</i> Straus, 1820)</b>	10			+	
26	<i>Eurycercus polyodontus</i> var. <i>Goplanus</i> nob. <b>(<i>Eurycercus (Eurycercus) lamellatus</i> (O. F. Müller, 1776))</b>	10				+
27	<i>Eurycercus polyodontus</i> , nob. <b>(<i>Eurycercus (Eurycercus) lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776))</b>	10			+	
28	<i>Graptoleberis reticulata</i> , Lilljeb. <b>(<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1848))</b>	10			+	

## Закінчення табл. 1

29	<i>Hyalodaphnia Cederstroemii</i> , Schoedler. <b>(Daphnia (Daphnia) cristata Sars, 1861)</b>	20	+							+	
30	<i>Hyalodaphnia Kahlbergensis</i> , Schoedler. <b>(Daphnia (Daphnia) cucullata Sars, 1862)</b>	10								+	
31	<i>Leiodaphnia Berolinensis</i> , Schoedler. <b>(Daphnia (Daphnia) cucullata Sars, 1862)</b>	10								+	
32	<i>Leiodaphnia gracilis</i> , Hellich. <b>(Daphnia (Daphnia) galeata Sars, 1863)</b>	10								+	
33	<i>Leptodora hyalina</i> , Lilljeborg. <b>(Leptodora kindtii (Focke, 1844))</b>	20	+							+	
34	<i>Leydigia acanthocercoides</i> , Fischer. <b>(Leydigia (Neoleydia) acanthocercoides (Fischer, 1854))</b>	10	+								
35	<i>Leydigia quadrangularis</i> , Leydig. var. <i>Leopolitana</i> . nob. <b>(Leydigia (Leydigia) leydigi (Schödler, 1863))</b>	10	+								
36	<i>Moina rectirostris</i> , O. F. Müll. <b>(Moina (Moina) micrura Kurz, 1875)</b>	20		+			+				
37	<i>Oxyurella costata</i> , Sars. <b>(Alona costata Sars, 1862)</b>	20						+		+	
38	<i>Oxyurella tenuicaudis</i> , Sars. var. <i>Polonica</i> nob. <b>(Oxyurella tenuicaudis (Sars, 1862))</b>	20						+		+	
39	<i>Oxyurella tenuicaudis</i> , Sars. <b>(Oxyurella tenuicaudis (Sars, 1862))</b>	10						+			
40	<i>Peracantha truncata</i> , O. F. Müll. <b>(Pleuroxus truncatus (O. F. Müller, 1785))</b>	30					+	+		+	
41	<i>Pleuroxus aduncoides</i> . nob. <b>(Pleuroxus aduncus (Jurine, 1820))</b>	20	+							+	
42	<i>Rhyppophilus personatus</i> , Leydig. <b>(Pleuroxus uncinatus Baird 1850)</b>	10								+	
43	<i>Scapholeberis mucronata</i> var. <i>acera</i> . nob. <b>(Scapholeberis mucronata (O.F. Müller, 1776))</b>	10	+								
44	<i>Scapholeberis mucronata</i> var. <i>microcera</i> . nob. <b>(Scapholeberis mucronata (O.F. Müller, 1776))</b>	10	+								
45	<i>Scapholeberis mucronata</i> , O. F. Müll. <b>(Scapholeberis mucronata (O.F. Müller, 1776))</b>	10	+								
46	<i>Sida crystallina</i> , O. F. Müll. <b>(Sida crystallina (O. F. Müller, 1776))</b>	30								+	
47	<i>Simocephalus congener</i> , Koch. <b>(Simocephalus (Echinocaudus) congener (Koch, 1841))</b>	20	+							+	
48	<i>Simocephalus exspinosus</i> , Koch. <b>(Simocephalus (Echinocaudus) exspinosus (De Geer, 1778))</b>	10	+								
49	<i>Simocephalus vetulus</i> , O. F. Müll. <b>(Simocephalus (Simocephalus s. str.) vetulus (O. F. Müller, 1776))</b>	50	+		+	+	+	+		+	
<b>Всього таксонів</b>		<b>18</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

**Примітки:** I – Пелчинський став, – II парк Кілінського, III – став Собка, IV – Мале Голоско, V – Велике Голоско, VI – Збоїща, VII – Снопків, VIII – Янів, IX – Городок, X – Жидачів; А – частота трапляння таксону (%). Жирним шрифтом у дужках подано назви таксонів відповідно до сучасної номенклатури [19]

До таксонів, що є найбільш поширеними і мають частоту трапляння 30 %, належать *Alona affinis*, Leydig., *Ceriodaphnia Polonica*, nob., *Peracantha truncata*, O. F. Müll., *Sida crystallina*, O. F. Müll. Частота трапляння 50% характерна для *Simocephalus vetulus*, O. F. Müll.

Б. Дибовський і М. Гроховський у своїй публікації подають певні зауваження з екологічної точки зору, з урахуванням особливостей довкілля, що обумовлюють фауністичну різноманітність *Cladocera* у водоймах. Зокрема, вони вказують, що можуть траплятися щонайменше 30 форм таксонів *Cladocera* у водоймах, для яких властиві такі характеристики:

- береги водойм покриті деревною рослинністю, проте акваторія має достатній доступ до сонячного світла;
- водойма має достатнє джерельне водопостачання, що особливо важливо у літній період;
- глибина водойми настільки значна, щоби вона взимку не промерзала і щоби не виникало явище “задухи”.

Автори припускають, що фауна *Cladocera* більших і глибших озер може складатися принаймні зі 40 таксонів.

Проаналізуємо попарно міру подібності фаун *Cladocera* водойм із використанням індексу Жаккара (табл. 2). Зауважимо, що 23 пари водойм не мають спільних видів. Для них індекс Жаккара дорівнює нулю.

Найвищий коефіцієнт схожості фаун між водоймами локацій парк Кілінського та Збоїща (33 %). Одного порядку, проте трохи нижчі, значення індексу Жаккара для таких пар локацій: парк Кілінського – Жидачів (20 %), Пелчинський став – Янів (18 %), став Собка – Мале Голоско і став Собка – Городок (по 17 %), Мале Голоско – Велике Голоско (15 %).

Таблиця 2

Індекс Жаккара та індекс Сьоренсена для водойм Львівщини  
за матеріалами Б. Дибовського та М. Гроховського [22]

-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-----	0	5	5	8	6	0	18	10	5
2	0	-----	0	0	8	33	0	0	0	20
3	10	0	-----	17	9	0	0	0	7	0
4	10	0	29	-----	15	0	0	4	11	0
5	14	15	17	27	-----	0	0	11	17	8
6	11	50	0	0	0	-----	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	-----	0	0	0
8	31	0	0	8	19	0	0	-----	8	4
9	17	0	29	20	13	0	0	15	-----	14
10	10	10	0	0	15	0	0	8	25	-----

**Примітка:** 1 – Пелчинський став, 2 – парк Кілінського, 3 – став Собка, 4 – Мале Голоско, 5 – Велике Голоско, 6 – Збоїща, 7 – Снопків, 8 – Янів, 9 – Городок, 10 – Жидачів. Індекс Жаккара – права частина таблиці, індекс Сьоренсена – ліва частина

Найменший показник індексу Жаккара (4 %) зареєстрований для локацій Мале Голоско – Янів і Янів – Жидачів.

Такого ж порядку (5 %) індекс Жаккара зареєстрований для трьох пар локацій: Пелчинський став – став Собка, Пелчинський став – Мале Голоско, Пелчинський став – Жидачів.

Для інших пар локацій індекс Жаккара має проміжні характеристики і змінюється в межах від 6 % до 11 %.

Тенденції змін індексу Сьоренсена (табл. 2) подібні до тенденцій змін індексу Жаккара. Проте загалом показники індексу Сьоренсена вищі порівняно з індексом Жаккара. Підкреслимо, що індекс Сьоренсена для 23 пар водойм дорівнює нулю, оскільки



ці водойми не мають спільних видів. Найвище значення цього індексу становить 50 % (парк Кілінського – Збоїща).

Одного порядку, проте трохи нижчі, значення індексу Сьоренсена для таких пар локацій: парк Кілінського – Жидачів (33 %), Пелчинський став – Янів (31 %), став Собка – Мале Голоско і став Собка – Городок (по 29 %), Мале Голоско – Велике Голоско (27 %).

Найменший показник індексу Сьоренсена (8 %) зареєстрований для локацій Янів – Жидачів і Мале Голоско – Янів.

Такого ж порядку індекс Сьоренсена зареєстрований для трьох пар локацій: Пелчинський став – став Собка (10 %), Пелчинський став – Мале Голоско (10 %), Пелчинський став – Жидачів (10 %).

Для інших пар локацій індекс Сьоренсена має проміжні характеристики і змінюється в межах від 11 % до 20 %.

Характеризуючи загалом застосування індексів Жаккара і Сьоренсена, зазначимо таке. Індекс Жаккара дає показники, які більше відповідають ситуації, що характеризує подібність фаун. Індекс Сьоренсена дає трохи завищені показники, що може частково нівелювати відмінності. Але такі відмінності у застосуванні означених індексів не мають суттєвого значення для порівняльного аналізу фаун, оскільки в обох випадках можна зробити обґрунтовані висновки щодо подібності фаун.

Водночас треба зазначити, що індекс Жаккара характеризується більшою амплітудою розрахованих показників і, відповідно, дає кращу диференціацію за високих і середніх показників подібності. За низьких показників подібності переваги має індекс Сьоренсена.

Таким чином, у водоймах Львівщини за матеріалами Б. Дибовського та М. Гроховського зареєстровано 49 таксонів *Cladocera*. З точки зору фауністичного різноманіття досліджені локації можна розподілити на дві групи. До першої групи належать водойми локацій, у яких зареєстровано по 10 і більше таксонів (Пелчинський став, Янівський став, Велике Голоско). До другої групи належать водойми локацій, у яких зареєстровано до 5 таксонів (парк Кілінського, став Собка, Мале Голоско, Збоїща, Снопків, Городок, Жидачів).

Найбільшу кількість таксонів *Cladocera* зареєстровано у Янівському ставі (21 таксон).

Найменшу кількість (1 таксон) зареєстровано у локації Збоїща.

З урахуванням показника частоти трапляння виділено 4 групи таксонів. Перша група має частоту трапляння 10 % (34 таксони), друга – 21 % (10 таксонів), третя – 30 % (4 таксони), четверта – 50 % (1 таксон). До таксонів, що є найбільш поширеними і мають частоту трапляння 30 %, належать *Alona affinis*, Leydig., *Ceriodaphnia polonica*, nob., *Percanatha truncata*, O. F. Müll., *Sida crystallina*, O. F. Müll. Частота трапляння 50 % характерна для *Simocephalus vetulus*, O. F. Müll.

Міра попарної подібності фаун *Cladocera* водойм різноманітних локацій, розрахована за індексом Жаккара й індексом Сьоренсена, має однакові тенденції. Відзначимо, що 23 пари водойм не мають спільних видів. Для них індекс Жаккара й індекс Сьоренсена дорівнює нулю. Найвищий коефіцієнт схожості фаун між водоймами локацій парк Кілінського та Збоїща (індекс Жаккара – 33 %, індекс Сьоренсена – 50 %). Найменший показник зареєстровано для локацій Мале Голоско – Янів і Янів – Жидачів (індекс Жаккара – 4 %, індекс Сьоренсена – 8 %).

Такого ж порядку індекси подібності зареєстровано для трьох пар локацій: Пелчинський став – став Собка, Пелчинський став – Мале Голоско, Пелчинський став – Жидачів (індекс Жаккара – 5 %, індекс Сьоренсена – 10 %).

Для інших пар локацій індекси подібності фаун мають проміжні характеристики і змінюються в межах від 6 % до 11 % (індекс Жаккара) та від 11 % до 20 % (індекс Сьоренсена).

Індекс Жаккара характеризується ширшою амплітудою розрахованих показників і дає кращу диференціацію за високих і середніх показників подібності. За низьких показників подібності переваги має індекс Сьоренсена.

Проведене дослідження є важливим з огляду на значущість *Cladocera* в оцінці впливу факторів зовнішнього середовища на гідроекосистеми.

Дослідження реакції угруповань *Cladocera* на ті чи інші чинники з урахуванням особливостей фауністичної структури є одним із ключових аспектів, на яких базується проблематика гідроекологічного моніторингу. Такі роботи є актуальними з урахуванням сучасних публікацій про зоопланктон Галичини та Львівщини. У зв'язку з цим становлять особливий інтерес фауністичний аналіз *Cladocera* та порівняльна характеристика показників, що ідентифікують тривалі періоди часу.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іванець О. Р. Зоопланктон водойм мішанолісових екосистем малого Полісся // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2002. Вип. 28. С. 211–217.
2. Іванець О. Р. Динаміка популяцій планктонних організмів у антропогенно трансформованих гідроекосистемах // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2003. Вип. 32. С. 157–164.
3. Іванець О. Р. Фауна гіллястовусих раків (*Crustacea, Cladocera*) Українського Розточчя // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2013. Вип. 63. С. 110–117.
4. Іванець О. Р. Еколого-морфологічна характеристика роду *Daphnia* O.F. Müller, 1785 (*Crustacea, Cladocera*) Українського Розточчя // Біологічні студії. *Studia Biologica*. 2014a. Т. 8. № 2. С. 169–186.
5. Іванець О. Р. Таксономічна структура кладоцероценозів Українського Розточчя // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2014. Вип. 64. С. 260–269.
6. Іванець О. Р. Гіллястовусі раки (*Cladocera: Daphniidae, Chydoridae*) Українського Розточчя: порівняльна характеристика // Вісн. Харк. ун-ту імені В.Н. Каразіна. Сер. «Біологія». 2017a. Вип. 29. С. 159–166.
7. Іванець О. Р. Таксономія та еколого-морфологічна характеристика роду *Graptoleberis* (Sars, 1862) (*Cladocera : Anomopoda : Chydoridae*) Українського Розточчя // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2017. Вип. 75. С. 99–106.
8. Іванець О. Р. Таксономічна структура кладоцероценозів Галичини та прилеглих теренів за матеріалами досліджень професора Бенедикта Дибовського // Екологічні науки, 2018a. № 23. С. 96–100. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2018-4-23-21>
9. Іванець О. Р. Гідробіологічні дослідження Бенедикта Дибовського на теренах Галичини // Професор Бенедикт Дибовський – визначний дослідник спільної природної спадщини Польщі, Білорусі та України. Львів: Компанія «Імперіал», 2018b. С. 134–147.
10. Іванець О. Р. Гідроекологічні та кладоцерологічні дослідження професора Бенедикта Дибовського в парадигмі євроінтеграційних процесів України // Екологічні науки. 2018в. № 22. С. 164–167.
11. Іванець О. Р. Гіллястовусі раки (*Cladocera*) Пелчинського ставу у дослідженнях Бенедикта Дибовського // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій (Шацьк, 2018). Львів: Сполум, 2018. С. 57–59.

12. Іванець О. Р. Родина *Daphniidae* (*Cladocera*) у палітрі гідробіологічної експозиції Бенедикта Дибовського на Галицькій крайовій виставці 1894 року // Екологічні науки. 2019. № 3 (26). С. 93–98. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-26-18>
13. Іванець О. Р. Таксономічна структура та фауна гіллястовусих раків (*Crustacea* : *Cladocera*) водойми Глинна Наварія // Екологічні науки. 2022. № 3 (42). С. 147–150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.24>
14. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дяченко та ін.; за ред. В. Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: Логос, 2006. 408 с.
15. Професор Бенедикт Дибовський – визначний дослідник спільної природної спадщини Польщі, Білорусі та України: зб. наук. статей. Львів: Компанія “Імперіал”, 2018. 180 с.
16. Романенко В. Д. Основи гідроекології. К.: Обереги, 2001. 728 с.
17. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. К., 2001. 48 с.
18. Фотографії старого Львова. 15 цікавих фактів про дільницю Голоско у Львові. Територіальний розвиток Львова XV–XX ст. (Джерело: Степанів О. Сучасний Львів. – Краків; Львів: Українське видавництво, 1943). <https://photo-lviv.in.ua/15-tsikavykh-faktiv-pro-dilnytsiu-holosko-u-lvovi/>
19. Błędzki L. A., Rybak J. I. Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe: *Cladocera* & *Copepoda* (*Calanoida*, *Cyclopoida*). Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2016. 918 p.
20. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities. L 327, 22.12.2000. 72 p.
21. Dybowski B., Grochowski M. O Lynceidach czyli Tonewkach fauny krajowej // Kosmos. XIX. Lwów, 1894. S. 376–383.
22. Dybowski B., Grochowski M. Spis systematyczny Wioślarek (*Cladocera*) krajowych sporządzony na podstawie okazów i preparatów, które oddane były na naszą tegoroczną Wystawę krajową we Lwowie // Kosmos. XX. Lwów, 1895. S. 139–165.
23. Dybowski B., Grochowski M. O czułkach drugiej pary u Tonewek (*Lynceidae*) i Eminków (*Eurycercidae*) // Kosmos. XXIII. Lwów, 1898a. S. 25–73.
24. Dybowski B., Grochowski M. Odnoza u wioślarek (*Cladocera*). Cz. I // Kosmos. XXIII. Lwów. 1898b, S. 287–314.
25. Dybowski B., Grochowski M. Odnoza u wioślarek (*Cladocera*). Cz. II // Kosmos. XXIII. Lwów, 1898b. S. 425–444.
26. Dybowski B., Grochowski M. Odnoza u wioślarek (*Cladocera*). Cz. III // Kosmos. XXIII. Lwów, 1898g. S. 523–544.
27. Ivanets O. R. Zooplankton of the water vegetation in the ponds of the west forest-steppe of Ukraine // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. Вип. 56. 2011. С. 148–156.
28. Ivanets O. R. Fauna, ecological and morphological characteristics of family *Sididae*, Baird, 1850 (*Crustacea*: *Cladocera*: *Ctenopoda*) of Ukrainian Roztocze // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. 2017. V (16). Issue: 148. P. 19–21.
29. Ivanets O. R. The fauna of *Rotatoria* and microcrustaceans (*Cladocera*, *Copepoda*) of the Ukrainian Roztocze and its surroundings // Development of natural sciences in countries of

- the European Union taking into account the challenges of XXI century: Collective monograph. Lublin : Baltija Publishing, 2018a. P. 183–196.
30. *Ivanets O. R.* Patterns of taxonomic structure and ecomorphology *Chydoridae*, Dybowski & Grochowski, 1894 (*Cladocera: Anomopoda*) of the Ukrainian Roztocze and its surroundings // Scientific achievements of countries of Europe in the field of natural sciences: Collective monograph. Sandomierz, Poland. Riga: Baltija Publishing, 2018b. P. 1–16.
  31. *Ivanets O. R.* *Daphnia* and *Ceriodaphnia* (*Cladocera: Anomopoda*) in the conditions of the flat hydroecosystems of Western Ukraine // Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph. Riga: Baltija Publishing, 2020. P. 261–274.
  32. *Kovalchuk A. A., Ivanets O. R.* The impact of damming and water poundage on the formation and structure of zooplanktocoenoses in the conditions of rivers in the Ukrainian Roztocze (the “outer” or “chunk” Carpathians) // Issues and challenges of small hydropower development in the Carpathians region (hydrology, hydrochemistry, and hydrobiology of watercourses). Monograph. Uzhgorod; L’viv; Kyiv: Biological Faculty of L’viv National University & Hydroecological society “Uzh”, 2016. P. 138–151.
  33. *Mayr E.* Populations, Species, and Evolution. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press, 1970. 453 p.
  34. *Romanenko V. D., Afanasyev S. A., Liashenko A. V., Vasenko A. G.* Conceptual Principles of Monitoring of Biodiversity and Bioresources of the Water Bodies of the Lower Danube // Hydrobiological Journal. 2012. Vol. 48. N 3. P. 3–13.

Стаття надійшла до редакції 15.05.23

доопрацьована 26.06.23

прийнята до друку 27.06.23

**WATER FLEAS OF LVIV REGION (*CRUSTACEA: CLADOCERA*)  
IN HYDROBIOLOGICAL RESEARCH BY B. DYBOVSKY AND M. GROHOVSKY  
(BASED ON THE MATERIALS OF THE ROUND TABLE OF THE ECOLOGICAL  
COMMISSION OF THE SHEVCHENKO SCIENTIFIC SOCIETY)**

**O. Ivanets**

*Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: oleh\_ivanets@ukr.net; oleh.ivanets@lnu.edu.ua*

49 taxa of *Cladocera* were registered in the reservoirs of Lviv region according to the materials of B. Dybovskiy and M. Grohovskiy. From the point of view of faunal diversity, the studied locations can be divided into two groups. The first group of locations (registered 10 or more taxa each): Pelchynsky pond, Yanivsky pond, Big Golosko. The second group of locations (up to 5 taxa are registered): Kilinsky Park, Sobka pond, Small Golosko, Zboishcha, Snopkiv, Horodok, Zhydachiv. The largest number of *Cladocera* taxa was registered in the Janivsky pond (21 taxa). The smallest number (1 taxon) was registered in the location Zboyishcha.

Taking into account the frequency of occurrence, 4 groups of taxa were distinguished. The first group has a frequency of 10 % (34 taxa), the second – 21 % (10 taxa), the third – 30 % (4 taxa), the fourth – 50 % (1 taxa). The most common taxa with a frequency of 30 % include *Alona affinis*, Leydig., *Ceriodaphnia polonica*, nob., *Peracantha truncata*, O. Fr. Müll., *Sida crystallina*, O. Fr. Müll. The frequency of occurrence of 50 % is characteristic of *Simocephalus vetulus*, O. F. Müll.

The measure of pairwise similarity of the *Cladocera* fauna of reservoirs of various locations, calculated by the Jaccard index and the Sørensen index, has the same trends. 23 pairs of water bodies do not have common species. For them, the Jaccard index and the Sørensen index are equal to zero. The highest coefficient of similarity of fauna between the reservoirs of the locations Kilinsky Park and Zboyishche (Jaccard's index – 33 %, Sørensen's index – 50 %). The lowest rate was registered for the locations Yaniv – Zhydachiv and Small Golosko – Yaniv (Jaccard's index – 4 %, Sørensen's index – 8 %). The Jaccard index is characterized by a larger amplitude of the calculated indicators and gives better differentiation at high and average indicators of similarity. With low indicators of similarity, the Sørensen index is preferred.

The conducted research is of particular interest in view of the faunal analysis of *Cladocera* groups and the comparative characteristics of indicators identifying long periods of time. Such materials are one of the key aspects on which the issue of hydroecological monitoring is based.

*Keywords: Cladocera, zooplankton, Lviv region, B. Dybovsky, M. Grohovsky*

## КОЛЕКЦІЇ МИКОЛИ ДЮКОВА ТА ВІКТОРА ДРЕБЕНЦОВА У НАЦІОНАЛЬНОМУ НАУКОВО-ПРИРОДНИЧОМУ МУЗЕЇ (КИЇВ)

І. Загороднюк\*, Є. Улюра

*Національний науково-природничий музей НАН України*

*\*e-mail: zoozag@ukr.net; ORCID 0000-0002-0523-133X*

Досліджено історію колекцій, які надійшли до академічного зоологічного зібрання (на сьогодні воно належить Національному науково-природничому музею (ННПМ) НАН України) у часи до Другої світової війни і які сформовані зразками, що, напевно, зберігались у харківських зоологічних центрах. Колекційні зразки й етикеткова інформація на них розглянуті як важливе джерело цілої низки реконструкцій – історії видів, історії досліджень, біографій дослідників, історії колекцій і музеїв. Разом із бібліографічним пошуком і згадками знахідок видів та їхніх колекторів такі дані є перспективними для відтворення важливих сторінок в історії наукових досліджень і наукових інституцій. Усі такі підходи використано для з'ясування історії досліджень, пов'язаних з іменами Миколи Дюкова та Віктора Дребенцова (Дребенціва) – двох дослідників, які не увійшли в сотню відомих теріологів України (огляд 2022 р.), проте виявилися знаковими персонами. Їхні наукові кар'єри тісно пов'язані з харківськими центрами захисту рослин, і обидва дослідники вели активну дослідну й колекторську роботу як на Харківщині, так і в низці південних регіонів України у 1920-х – на початку 1930-х років. Долі обох дослідників мали різкі повороти в період сталінських репресій в Україні (справа СВУ, Голодомор, політичні чистки тощо), і обидва покинули не тільки Харків, але й Україну: Дюков опинився в Дагестані в системі захисту рослин, Дребенцов – на Мурмані в полярному інституті, а згодом і в обласному краєзнавчому музеї. На нових місцях дослідники продовжили свої зоологічні практики, збираючи та накопичуючи колекції хребетних тварин (переважно ссавців і птахів) та досягли високого рівня визнання: Дюков став одним із ключових зоологів і популяризаторів природи Дагестану, Дребенцов – Мурману. Долі їхні склалися по-різному: М. Дюков врешті був репресований (5 років концтаборів) і пропав безвісти, В. Дребенцов – кавалер багатьох державних нагород. Імена обох дослідників мають бути внесені в реєстри зоологів, що формували підвалини сучасних знань і колекцій. Збереження і перевезення їхніх колекцій автори пов'язують з діяльністю О. Мигуліна, який 1938 р. видав монографію «Ссавці УРСР», що значною мірою базується на аналізі теріологічних колекцій.

*Ключові слова:* ссавці, зоологічні колекції, історія досліджень, міграції колекцій

Природничі колекції несуть важливу інформацію про попередні стани флори або фауни, є основою реконструкцій змін біоти з можливістю перевизначення наявних матеріалів, є незаперечними свідченнями наявності тих чи інших видів у тих чи інших регіонах у ті чи інші часи. Ці та суміжні цінності колекцій розглянуто раніше [8, 17], і серед них є також особлива цінність – вони несуть унікальну інформацію про колекторів та їхні дослідження [7], що часто виявляється чи не єдиним джерелом, яке збереглося, містить однозначні вказівки на місця й дати тих чи інших досліджень. Понад те, в низці випадків колекції несуть унікальну інформацію про колег, які зазнали політичних репресій (чого вистачало в історії української науки), проте збереглися як не задіяні в роботу репресивних органів.

Не раз було показано, що колекції, завдяки турботам науковців різного часу, виявляли «живучість» попри багаторазові зміни влади, підпорядкування установ, революції та війни, природні катаклізми й реорганізації. Це повною мірою стосується і зоологічних колекцій Національного науково-природничого музею НАН України (ННПМ, Київ), які стали об'єктом уваги авторів у продовження започаткованих нами історичних реконструкцій на основі вивчення як самих колекцій, так і супровідної етикеткової інформації.

Мета роботи – віднайти, описати і проаналізувати відомості про колекційні зразки, зібрані зоологами харківської (як це з'ясовано у процесі дослідження) наукової школи й оцінити значення таких даних для реконструкції історії зоології в Україні.

### Матеріал і методики

Таксономію видів прийнято за сучасним оглядом ссавців України [6]. Аналіз теріологічних колекцій здійснено на основі матеріалів відділу зоології ННПМ, включно з трьома напрямками пошуку: 1) аналіз опублікованих каталогів [18–20], 2) аналіз робочого каталогу і журналів реєстрації зразків, 3) перегляд самих колекційних фондів. Ці дані є взаємно доповнюваними, оскільки в окремих випадках не було можливості перевірити всі фондові шафи, в інших – були записи (з цінною інформацією про дослідників), проте не виявлено зразків; чимало зразків мали на етикетках іншу інформацію, ніж зазначена в каталогах – як щодо дат, так і щодо місць знахідок, а також і колекторів.

Стосовно останнього – не всі зразки були зібрані Дюковим, деякі ним препаровані (однозначно ним), інші, навпаки, найімовірніше зібрані ним, проте жодного запису про це немає. Усе це потребувало численних корекцій даних, які узагальнено в табл. 1–2.

### Колекційні зразки, зібрані Миколою Дюковим

**Огляд колекційних зразків.** У колекції зоологічного відділу ННПМ зберігається 21 зразок 11-ти видів ссавців чотирьох рядів (табл. 1). Усе це переважно середньорозмірні ссавці, з групи мікромамалій представлено лише 4 екз. *Mus musculus* та 2 екз. *Cricetulus migratorius*; великорозмірних ссавців немає. Усі інші – це середньорозмірна група, в якій є зразки зайців, сонь, тушканів, сліпаків, їжаків, тхорів, перегузнів. Зразки соні лісової з Харкова (1921) та тхора степового з Асканії (1923) зібрано іншими людьми, Микола Дюков був у ролі таксидерміста. Зразки миші хатньої зі Сімферополя (1921), записані в каталозі [18] і на явно вторинних (після 2000 р.) етикетках як зібрані М. Дюковим, оригінальних авторських етикеток не мають, тому авторство цих зразків залишається під питанням (ба більше у нас немає жодних інших фактів про роботу дослідника у Криму).

Усі дати обмежені 1913–1927 роками, а якщо відкинути єдиний зразок 1913 р. (заєць із Литви), то період звужується до 1921–1927 років. Географія зразків (крім згаданого зразка з Литви) охоплює різні регіони України та Дагестану, у т.ч. в Україні – Харків та Ізюмський р-н Харківщини, Сімферополь (Крим), Асканію-Нову (Херсонщина). У Дагестані більшість знахідок зібрано в Ногайському степу (Кизлярський район), є зразок із Махачкалі (*Mustela eversmanni*). Збори з України охоплюють 1921–1923 роки, з Дагестану – 1924–1927 роки. Очевидно, дослідник під час роботи в Україні базувався в Харкові, а під час роботи в Дагестані – у Махачкалі, куди він переїхав на межі 1923–1924 років. Історія зразка 1913 р. з Литви залишається неясною, проте на етикетці чітко написано і місце, і рік збору, і прізвище колектора (або таксидерміста?), і відповідний запис знайдено в одному з давніх журналів обліку колекцій («рожеві» журнали 1934–1936 років).

**Біографічні реконструкції.** Ці факти проливають світло на біографію дослідника. Очевидно, він представляв харківську зоологічну школу, був професійним таксидермістом, співпрацював з такими відомими науковцями як В. Аверін і О. Мигулін в український період, В. Гептнер і О. Формозов у дагестанський період (див., напр., [21]). Розрахунки дають підстави припустити, що дослідник був близько 1895 р. народження. Тестування

гіпотези щодо зв'язку М. Дюкова з відомою родиною харківських театральних діячів Дюкових не дало однозначних результатів (проте це не можна виключати). У Харкові М. Дюков, найімовірніше, працював у сільськогосподарському інституті й, напевно, був членом управління Всеукраїнського товариства мисливців і рибалок (ВУСМР), як це видно з однієї з його статей [3].

На честь М. Дюкова описано дагестанський підвид щура водяного – *Arvicola terrestris djukovi* Ognev et Formosov 1927 [22]. Його інтерес до зоологічних досліджень стверджує і низка публікацій, виявлених у результаті глибокого бібліографічного пошуку, зокрема, стосовно вовків на Харківщині [3], середнього хом'яка в Дагестані [4], про біологію дагестанського тура і полювання на нього [5]. Зникнення М. Дюкова з наукових орбіт на межі 1920–1930-х років (як і переїзд з України до Дагестану) у розквіті сил, у віці близько 35 років, можна пов'язати хіба що з політичними репресіями, які були ознакою того часу. Це підтверджує виявлена нами інформація про М. Дюкова в реєстрі репресованих Дагестану [15]: науковця засудили 1931 р. до 5 років концтаборів. Рік і місце смерті й місце поховання невідомі. Докладніші біографічні реконструкції планується представити в часописі *Theriologia Ukrainica*.

Таблиця 1

Зразки ссавців, зібрані та препаровані М. Дюковим, у колекції ННПМ	
Вид і номер зразка	Місце збору, дата
<b>Leporiformes (Lagomorpha)</b>	
<i>Lepus timidus</i> , 402 ш	Литва, Сувальська губ., Маріямпольський пов., с. Дембова-Буда [в журналі реєстрацій] (у картках каталогу колекції – «Литва, окол. м. Капсукас»)*, 4.01.1913
<i>Lepus europaeus</i> , 10712 ш	Дагестан, Ногайський степ, ур. Шамшей-Кишлау, 19.04.1926
<i>Lepus europaeus</i> , 10711 ш	Дагестан, Ногайський степ, окол. оз. Лопас, 20.04.1927
<b>Muriformes (Rodentia)</b>	
<i>Dryomys nitedula</i> , 619 ш	Україна, Харківський р-н, уроч. Помірки, 28.03.1921
<i>Allactaga major</i> , 9333 ш	Дагестан, Ногайський степ, 07.10.1926
<i>Spalax giganteus</i> , 14915, 14916 ч	Дагестан, Кизлярський р-н, Кара-Ногайський степ, 10.1927
<i>Spalax giganteus</i> , 9448 шч	Дагестан, Кизлярський окр., ст. Сасотчинская, 12.04.1927
<i>Mus musculus</i> , 1029, 1105, 1106 ш	Україна, Крим, окол. м. Сімферополь, 1–2.03.1921
<i>Mus musculus</i> , 1076 ш	Україна, Харківська обл., м. Харків, 13.10.1921
<i>Cricetulus migratorius</i> , 15780, 15781 ч	Україна, Харківська обл., Ізюмський р-н, с. Комарівка, 24.04.1923
<i>Arvicola terrestris</i> , 9897 шч	Дагестан, Агульський р-н, с. Чираг («с. Чирах»), 17.10.1924
<b>Soriciformes (Lypotyphla)</b>	
<i>Hemiechinus auritus</i> , 9305 шч	Дагестан, Кизлярський р-н, окол. м. Кизляр, 10.08.1927
<b>Caniformes (Carnivora)</b>	
<i>Mustela eversmanni</i> , 9401 шч	Україна, Харківська обл., Ізюмський р-н, с. Комарівка, 7.05.1923
<i>Mustela eversmanni</i> , 9402 шч	Україна, Херсонська обл., Чаплинський р-н, Асканія-Нова, 2.08.1923
<i>Mustela eversmanni</i> , 9399 ш	Дагестан, р-н м. Махач-Кала, с. Тарки-Ногай, 3.10.1926
<i>Mustela eversmanni</i> , 11628 ч	Дагестан, Ногайський р-н, Кара-Ногайський степ (в каталозі [20] – як «Запорізька обл., Приазовський р-н»), 10.10.1927
<i>Vormela peregusna</i> , 12370 ш	Дагестан, окол. ст. Копай, 07.1927

**Примітка:** \* У опублікованій версії каталогу [20] цього зразка немає, проте є два інші з подібними записами про вид *Lepus europaeus*: № 13 та № 14 з даними «Литва, окол. м. Маріямполь, 1890–1920, колекція О. Браунера, череп» (с. 76). Це посилює неоднозначність даних про те, чи дійсно зразок зібраний Дюковим, проте запис на етикетці свідчить саме про це (рис. 1).

#### Колекційні зразки, зібрані Віктором Дребенцовим

Колекційні зразки, зібрані В. Дребенцовим, представлені в ННПМ 14 екз. 6-ти видів дрібних ссавців, серед яких – 1 екз. мустел, 3 екз. ховрахів і 10 екз. мишоподібних гризунів (табл. 2). Крайні дати знахідок – 20.05.1930 та 17.10.1932. Усі відомі зразки, крім одного,



зібрані на Херсонщині (Генічеський район), один – на Луганщині. Щодо останнього – автори припускають, що тут мала місце помилка у вторинних записах: «ст. Власівка» (див. табл. 2) є не лише на Луганщині, станція Власівка і дотепер є відомою залізничною платформою на Харківщині, на дільниці «Мерефа–Красноград».



Рис. 1. Оригінальні записи на колекційних зразках зайця білого (*Lepus timidus*) і тхора степового (*Mustela eversmanni*), зібраних В. Дюковим, що зберігаються у відділі зоології ННПМ (Київ): а – шкірка зайця та оригінальна етикетка на ній; б – етикетка до шкірки тхора № 9401 з Харківщини та череп тхора № 11628 (підпис автора олівцем) з Дагестану

Два з них описано в огляді давніх знахідок сліпачків (*Ellobius talpinus*) в Україні [13]. Зокрема, в каталозі колекції ННПМ є згадка зразків № 8871 та 8872 (старі номери 1183 та 1182), зібрані В. Дребенцовим в окол. Генічеська («агротех Комунар») 25.05.1930 та 20.05.1931. Описи цих обох зразків (дати, виміри, стать) є у зведенні «Звірі УРСР» О. Мигуліна [14]. Нами виявлено обидва – це шкірки з прив'язаними до них черепами, один із них – № 8872 представлено на фото (рис. 2). У первинному каталозі колекцій Зоологічного музею УАН (який тепер є частиною ННПМ) виявлено 45 записів про зразки ховрахів, зібраних В. Дребенцовим у Якимівському р-ні (перевизначено авторами каталогу 2005 р. як «Генічеський») Херсонщини, з крайніми датами 5.05.1931 та 27.06.1931 (старі записи № 1169–1212). Із них збереглися лише кілька зразків, записи про які наведено в табл. 2, а самі зразки представлено на фото (рис. 2, з). Отже, загалом в ННПМ збереглося тільки три із 45-ти зразки ховрахів, зібраних В. Дребенцовим.

Варто відзначити, що хист колектора і таксидерміста зберігся у В. Дребенцова на все життя. Як показала розвідка щодо подальшої долі дослідника, його не раз згадувано як досвідченого таксидерміста. Ось приклад: «Автором першої повоєнної ... експозиції відділу природи [Мурманського обласного краєзнавчого музею] був Віктор Семенович Дребенцов, ..., досвідчений таксидерміст. ... Його роботи становлять основу зоологічної та ботанічної колекцій музею»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Цитується за дисертацією А. Ключіної «Методологія і практика реалізації педагогічного потенціалу музею (на прикладі музеїв природничого профілю)» (2014, Санкт-Петербург). Російські дослідники пишуть його прізвище через «о», як «Дребенцов», що після переїзду на Мурман робив і сам науковець [1], проте в український період життя (до 1932 р. включно) дослідник підписувався українською однозначно як «Дребенців» (див. рис. 2).

Таблиця 2

Зразки ссавців, зібрані та препаровані В. Дребенцівим, у колекції ННПМ	
Вид і номер зразка	Місце збору, дата
<b>Muriformes (Rodentia)</b>	
<i>Spermophilus pygmaeus</i> , 2452*, 2453, 2454, 2455 ш	Херсонська обл., Генічеський р-н, землі колгоспу “Комуніст”, 05.05.1931 (2452), 04.06.1931 (всі інші)
<i>Mus musculus</i> , 1115 ш	Херсонська обл., Генічеський р-н, окол. м. Генічеськ, 03.06.1931
<i>Mus musculus</i> , 940 шч	Херсонська обл., Генічеський р-н, 26.05.1931
<i>Cricetulus migratorius</i> , 9878 шч	Херсонська обл., Генічеський р-н, 19.04.1931
<i>Ellobius talpinus</i> , 8871, 8872 ш	Херсонська обл., Генічеський р-н, 25.05.1930, 20.05.1930
<i>Microtus arvalis</i> , 8869 ш, 8868, 8867, 8866 шч	Херсонська обл., Генічеський р-н, 21.05.1931
<i>Microtus arvalis</i> , 4915 ш	Харківська обл. [в каталозі як «Луганська обл., Краснодонський»]**, ст. Власівка, 17.10.1932
<b>Caniformes (Carnivora)</b>	
<i>Mustela nivalis</i> , 9166 шч	Херсонська обл., Генічеський р-н, 22.01.1931

**Примітки:** \*Зразок № 2452 значиться в робочому й опублікованому каталозі ННПМ [19: с. 176], проте його нами не виявлено;

\*\* 1 екз. із «Власівки» того ж року й місяця (16.10.1932) значиться в каталозі як *Mus musculus* (№ 961), що зібраний Г. Модіним, проте не на «ст. Власівка», а у «сміт Власівка» «Кіровоградського р-ну» (що, очевидно, помилково). Маємо зазначити, що Геннадій Модін, визначний колектор, у 1932 р. був 14-річним юнаком і жив у Марій-Ел [11], тому цей запис є також помилковим

**Біографічні відомості про В. Дребенцова.** Аналіз доступної природничої літератури дав можливість знайти унікальний збіг. В описі історії Мурманського обласного краєзнавчого музею ([сайт музею](#), МОКМ) вдалося знайти відомості про Віктора Дребенцова, який був родом з України і працював у Харківському НДІ захисту рослин, звідки у 1932 р. переїхав до Мурманська. Цей «мурманський» Дребенців за роками, зоологічним напрямом і музейним ухилом цілком відповідає нашому колектору В. Дребенцову, на переконання авторів – ним і є. Повна реконструйована довідка (передусім на основі відомостей зі сайту музею, а також етикеткових даних і публікацій) засвідчує таке.

Дребенців Віктор Семенович народився 15.06.1914 у с. «Н[ова]. Покровка» (Новопокровка?) [Новотроїцького р-ну] Дніпропетровської обл. у сім'ї вчителя. Закінчив Кіровоградський технікум захисту рослин, після чого працював у Харківському НДІ захисту рослин. Власне, на цей період припадають його колекційні збори, згадані вище, у т. ч. зразки, зібрані 1930 р. на Херсонщині (див. рис. 2). Із 1932 р. жив на Мурмані (Порт-Владимир), де викладав у школі та працював у ПІНРО (нині – Полярний науково-дослідний інститут морського рибного господарства та океанографії імені М. М. Книповича)<sup>2</sup>. Учасник радянсько-фінської війни, від якої і до кінця Другої світової війни служив у пожежній охороні Мурманська. У 1946–1947 рр. – директор МОКМ, наступні 6 років (1947–1953) працював в Управлінні полювання при Мурманському облвиконкомі, пройшовши шлях від інспектора до начальника управління. У 1953 р. повернувся до МОКМ, де був директором (1953–1957), а потім – завідувачем відділу природи (1958–1974). Був головою краєзнавчої секції Всесоюзного географічного товариства (роки не відомі); один із авторів колективних праць

2 На сайті згаданого МОКМ є вказівка, що протягом 2.06.1932–21.11.1933 керівником музею був Дребенців Семен Дем'янович; очевидно, це батько зоолога. В іншому джерелі вдалося (вебпортал «Лексикон КС» <http://lexicon.dobrohot.org>) віднайти відомості, що «Батьки Д. (батько Семен Дем'янович та мати Катерина Іванівна) відомі в Мурманську як чудові педагоги, засновники вчительської династії». З цього слідує, що у 1932 р. на Мурман переїхала вся родина, а це могло відбутися в умовах посилення репресій і процесу над СВУ, до якої, ймовірно, могли залучити батьків як просвітян (примітно, що етикетки дослідник писав українською – див. рис. 2)

«Природа Заполяр'я та її охорона» й «Атлас Мурманської області», автор огляду «Водні ссавці та птахи Мурманської області та їх роль у житті прісноводних риб» [1]. У 1974 р. видав книжку «Тваринний світ Мурманської області» [2]. Серед нагород – Орден Трудового Червоного Прапора. Після виходу на пенсію у 1974 р. проживав у Рязані. Помер 1.02.2006.



Рис. 2. Зразки, зібрані Дребенцівим, і етикетки до них: а – колекційний зразок сліпачка (*Ellobius talpinus*) з Генічеського р-ну Херсонщини («агротех Комунар»), здобутий 25.05.1930; б – етикетка ласки (*Mustela nivalis*) з того самого місцезнаходження, в – тушка й етикетки (внизу оригінальна) полівки лучної (*Microtus levis*), зібраної на ст. Власівка (внизу – фрагмент журналу реєстрації 1935 р. з тим самим записом); г – колекційні зразки ховраха малого (*Spermophilus planicola*) з Генічеського р-ну Херсонщини («агротех Комунар»), здобуті 4.06.1931



### Обговорення і висновки

Ця розвідка, окрім цінних відомостей про особливості теріологічних досліджень в Україні у непростий період 1920–1930-х років, дає важливу інформацію про дослідників, які були не випадковими у царині зоології, а високофаховими, достойними зоологами, проте які зазнали репресій або перебували під таким ризиком. Врешті вони були змушені і покинути свою роботу в Україні, і змінити не тільки місце та регіон проживання, але й напрям роботи: один перейшов з мисливствознавства у систему захисту рослин, інший – зі системи захисту рослин у музеєзнавство, проте обидва лишилися на все життя колекторами та знаними таксидермістами. Проте є ще одна важлива грань цієї розвідки.

Як було показано в низці попередніх досліджень [10, 12, 13], колекції нерідко змінювали свої місцеположення та підпорядкування, чимало давніх зразків пережили низку соціальних потрясінь у країні, проте збереглися завдяки турботі науковців, які за будь-яких обставин забезпечували, як тільки могли, належні умови зберігання безцінних зразків. Такими, по суті, є і колекції Миколи Дюкова та Віктора Дребенцова, напевно, не повні, лише невеликі частини того, що було ними зібрано, проте колекції ці не тільки свідчать про турботи, але й про їхні «міграційні шляхи».

За підсумками цієї розвідки стає зрозумілим, що обидва дослідники, чий колекції виявлено в Києві в ННПМ, проте які працювали в Харкові, представляли систему захисту рослин і були пов'язані, найімовірніше, з однією і тією ж установою. Такою установою у випадку В. Дребенцова однозначно є Харківський НДІ захисту рослин (у 1930 р. як Український НДІ рослинництва). Оскільки обидва дослідники змушені були покинути роботу і країну, то їхні колекції чекала загибель. Тим більше що насувався переїзд столиці до Києва з переміщенням багатьох інститутів (1934–1936). У зазначеному «Українському НДІ захисту рослин» (Харків) у 1930–1935 рр. завідувачем одного зі секторів (назва невідома, напевно, зоологічний за задачами) працював О. Мигулін [16]. Власне, з ним автори пов'язують появу в Києві низки харківських колекцій [12], і колекції М. Дюкова та В. Дребенцова не стали винятком. Те саме можна сказати і про низку інших подібних серій, зокрема, про збережені в ННПМ великі колекційні серії Б. Вальха та В. Переверзієва, а також окремі колекційні зразки авторства В. Аверіна, Б. Виноградова, Я. Зубка, Є. Лавренка, Б. Литвинова, О. Рудинського, І. Тарнані та інших дослідників.

*Автори висловлюють подяку З. Баркасі за коректуру резюме, І. Шидловському та Н. Цимбалюк за сприяння у роботі над рукописом статті.*

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дребенцов В. С. Водные млекопитающие и птицы Мурманской области и их роль в жизни пресноводных рыб // Рыбы Мурманской области. Мурманск, 1966. С. 135–142.
2. Дребенцов В. С., Сурков С. С. Животный мир Мурманской области. Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1974. С. 1–222.
3. Дюков Н. Н. Волки в Харьковской губернии // Охота и Рыболовство (Харьков). 1923. № 3–4. С. 9–12.
4. Дюков Н. Н. Черноватый дагестанский хомяк // Дагестанский сборник. Т. 3 / Дагестанский НИИ, Дагнаркомпрос, Дагмузей и др. Махачкала, 1927. С. 169–174.
5. Дюков Н. Тур и охота на него // Український мисливець та рибалка. 1930. № 2–3. С. 17–19.
6. Загороднюк І. В., Ємельянов І. Г. Таксономія і номенклатура ссавців України // Вісн. Нац. науково-природнич. музею. 2012. Т. 10. С. 5–30.
7. Загороднюк І. В. Зоологічні колекції як джерело біографічної інформації: до історії досліджень Анатолія Аргіропула та Бориса Попова // Практичні питання природничої

- музеології: матер. III наук-практ. конф. (24–25 жовтня 2013 р., Київ). ННПМ НАН України, Київ, 2013. С. 15–16.
8. Загороднюк І., Ємельянов І., Червоненко О. Зоологічні колекції та музеї як осередки дослідження біорізноманіття // Зоологічні колекції та музеї. ННПМ НАН України. К., 2014. С. 6–9.
  9. Загороднюк І. Колектори теріологічних колекцій Національного науково-природничого музею НАН України 1930-х років // Внесок натуралістів-аматорів у вивчення біологічного різноманіття: матер. Міжнар. конф. / Закарпатський угорський інститут імені Ф. Ракоці П. Берегове, 2015. С. 299–305.
  10. Загороднюк І. Природничі колекції в Педагогічному музеї Києва 1902–1917 років // Вісн. Нац. науково-природнич. музею. 2016. Т. 14. С. 123–135.
  11. Загороднюк І. Геннадій Модін – дослідник Стрільцівського степу та колектор теріологічних матеріалів // *Novitates Theriologicae*. 2022. Pars 14. С. 229–231.
  12. Загороднюк І. Їжак з Люксембурга: історія одного зразка як свідомство міграцій музейних колекцій між Харковом та Києвом у 1930-х роках // Вісн. Харків. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Сер. біол. 2023. Вип. 40. С. 4–18.
  13. Коробченко М., Загороднюк І., Редінов К. Огляд поширення та морфометричні особливості сліпачка *Ellobius talpinus* (Arvicolidae) у регіоні Нижнього Подніпров'я (Україна) // *Праці Теріологічної Школи*. 2014. Т. 12. С. 89–101.
  14. Мигулін О. О. Звірі УРСР (матеріали до фауни). К.: Вид-во АН УРСР, 1938. С. 1–426.
  15. Мусаєв М. А. (сост.). Книга памяти жертв политических репрессий XX века в Дагестане. МавраєвЪ, Махачкала, 2020. С. 1–720.
  16. Підопличко І. Г. Исследователь фауны Украины А.А. Мигулин // *Вестн. зоологии*. 1968. № 6. С. 84–86.
  17. Писанець Є. М. Зоологічні колекції України: значення, сучасний стан і перспективи розвитку // *Природнича музеологія: теорія та практика: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Кам'янець-Подільський, 17–18.09.2009)*. Львів; Кам'янець-Подільський, 2009. С. 9–17.
  18. Шевченко Л. С., Золотухина С. І. Млекопитающие. Вып. 1. Мышиные (Muridae) / Зоо-музей ННПМ НАН Украины. К., 2002. С. 1–217.
  19. Шевченко Л. С., Золотухина С. І. Млекопитающие. Вып. 2: Насекомоядные, рукокрылые, зайцеобразные, грызуны / ННПМ НАНУ. К., 2005. С. 1–238. (Сер.: Каталог колекцій Зоологического музея ННПМ НАН Украины).
  20. Шевченко Л. С. Млекопитающие. Вып. 3. Хищные Carnivora. Зайцеобразные Lagomorpha (дополнение) / ННПМ НАН Украины. К., 2007. С. 1–80. (Сер.: Каталог колекцій Зоологического музея ННПМ НАН Украины).
  21. Гептнер В. Г., Формозов А. Н. Млекопитающие Дагестана // *Сб. тр. Гос. зоол. музея*. 1941. Т. 4. С. 3–74.
  22. Ognev S. I., Formosov A. N. A new form of water vole from Dagestan // *The Annals and Magazine of Natural History*. Ser. 9. 1927. Vol. 19. P. 138–141.

Стаття надійшла до редакції 05.06.23

доопрацьована 01.07.23

прийнята до друку 01.07.23

---

**THE COLLECTIONS OF MYKOLA DIUKOV AND VIKTOR DREBENTSOV  
IN THE NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY (KYIV)****I. Zagorodniuk, E. Ulyura**

*National Museum of Natural History, NAS of Ukraine  
15, Bohdan Khmelnytsky St., Kyiv 01030, Ukraine  
e-mail: zoozag@ukr.net; orcid: 0000-0002-0523-133X*

The history of collections that became part of the academic zoological collection prior to the Second World War and which is now being housed in the National Museum of Natural History (NMNH), NAS of Ukraine was studied. The specimens in this collection had probably been kept in zoological centres of Kharkiv before. The collected specimens and their label data are considered as an important source for an entire series of reconstructions, such as the history of species, the history of research, the biographies of researchers, and the history of collections and museums. Along with bibliographic search and mentions of finds of species and their collectors, such data are promising for the reconstruction of important pages in the history of scientific research and scientific institutions. All such approaches were used to investigate the history of research related to the names of Mykola Diukov and Viktor Drebentsov (Drebentsov) — two researchers who were not included in the list of the hundred most famous mammalogists of Ukraine (review of 2022), but turned out to be iconic persons. Their scientific careers turned out to be closely related to the Kharkiv plant protection centres, and both researchers carried out active research and collection work in the Kharkiv region and in a number of southern regions of Ukraine in the 1920s and early 1930s. The destinies of both of researchers took sharp turns during the period of Stalinist repressions in Ukraine (Union for the Freedom of Ukraine trial, Holodomor, political purges, etc.), and both left not only Kharkiv, but also Ukraine: Diukov ended up in Dagestan working in the plant protection system, whereas Drebentsov in Murmansk at the polar institute, and later in the regional museum of local history. In the new places, the researchers continued their zoological practices, collecting and organizing collections of vertebrate animals (mainly mammals and birds) and achieved a high level of recognition: Diukov became one of the key zoologists and nature popularisers in Dagestan, and so did Drebentsov in Murman. Their destinies turned out differently: M. Diukov was eventually repressed (spent five years in concentration camps) and went missing, whereas V. Drebentsov became a recipient of various state awards. The names of both researchers should be included in the registers of zoologists who formed the foundations of modern knowledge and collections. The authors associate the preservation and transfer of their collections with the activities of O. Myhulin, who in 1938 published the monograph “Mammals of the Ukrainian SSR”, which is largely based on the analysis of mammal collections.

*Keywords:* mammals, zoological collections, history of research, migrations of collections

## РЕГІОНАЛЬНО РІДКІСНІ ВИДИ ТВАРИН ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**І. Шидловський<sup>1\*</sup>, О. Решетило<sup>1</sup>, А. Гірна<sup>2</sup>, В. Леснік<sup>1</sup>, К. Назарук<sup>1</sup>,  
І. Скирпан<sup>1</sup>, Й. Царик<sup>1</sup>, І. Хамар<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка*

*вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна*

*<sup>2</sup>Інститут екології Карпат НАН України*

*вул. Козельницька, 4, Львів 79000, Україна*

*e-mail: ihor.shydlovskyy@lnu.edu.ua*

Зростаючий антропогенний тиск і зміна кліматичних умов створюють нові реалії, за яких дедалі більше нативних видів фауни потребують нашої уваги. Саме тому вчені складають Червоні списки та Червоні книги різних рівнів. Головними чинниками негативного впливу на тварин нині є: знищення чи/ї трансформація природних екосистем (оселищ), незаконне вилучення з природи, надмірне комерційне використання, природні катаклізми та зміни клімату, а також військові дії. До списків Червоної книги України в межах Львівської області занесено 140 видів тварин. Проте в межах області трапляються й інші, які теж заслуговують на охорону. Останній список рідкісних видів Львівщини затверджений у 2007 р. – на 2 роки раніше від опублікування 3-го видання Червоної книги України, тому вже трохи застарів. За понад 15 років змінилося середовище існування тварин, відповідно зазнав істотних змін і перелік їх в оновленому виданні ЧКУ 2021 р. З огляду на це, об'єктивно необхідним є новий список регіонально рідкісних видів тварин, який і було складено. Основними критеріями включення до нього є: вразливість до змін середовища, різке зменшення чисельності особин чи ареалу популяції, низька частота трапляння в межах області, реліктове походження, ендемічний або субендемічний статус, приналежність до видів, які перебувають на межі ареалу свого поширення, складний життєвий цикл тощо. Вважаємо, що знання про регіонально рідкісні види тварин і їхнє поширення може бути однією з підстав для створення нових об'єктів природно-заповідного фонду, що сприятиме збереженню раритетних екосистем у структурі національної екомережі, забезпечить комплексне збереження видового й ценотичного різноманіття як окремих територій та регіонів, так і України загалом. Після додаткових, детальних наукових досліджень частина регіонально рідкісних видів тварин, очевидно, буде рекомендована до включення до чергового видання Червоної книги України. Таким чином, до регіональної охорони на Львівщині пропонуємо щонайменше 106 видів тварин, які підлягають охороні згідно з додатками Бернської конвенції (64 види), Боннської конвенції (26 видів) і Вашингтонської конвенції (13 видів).

*Ключові слова:* рідкісні тварини, регіональний список, охорона, Львівська область

Основну біомасу Землі (~80 %) становлять рослини, ще близько 15 % – бактерії, все інше – це гриби, археї, протисти, тварини і віруси [32]. Отже, біомаса тварин налічує лише кілька відсотків від усього живого на нашій планеті, але через високий рівень енергетичних процесів, значну різноманітність взаємозв'язків і рухливість значення фауни у біосфері є дуже великим. Тварини забезпечують, зокрема, середовищевтірну та ресурсну функції, які виражаються у підтримці цілісності й функціонуванні екосистем завдяки колообігу речовини, потоку енергії та інформації [13].

Тваринний світ України тільки серед хребетних налічує близько 500 видів, серед яких є чимало рідкісних. Проте зростаючий антропогенний тиск і зміна кліматичних умов створюють нові реалії, за яких дедалі більше нативних видів фауни потребують нашої уваги. Саме тому вчені складають Червоні списки й укладають Червоні книги міжнародного, національного та регіонального рівнів, які набувають статусу державних актів охорони об'єктів, про які у них йдеться. Головними чинниками негативного впливу на тваринний світ сьогодні є: знищення чи/і трансформація природних екосистем (оселищ), незаконне вилучення тварин із природи, надмірне комерційне використання об'єктів тваринного світу, природні катаклізми та зміни клімату, а тепер ще й військові дії, які як безпосередньо, так і опосередковано впливають на фауну.

До списків Червоної книги України в межах Львівської області залучено 140 видів тварин [21]. Усі вони належать до природних ресурсів загальнодержавного значення, а охорона їх містить систему правових, організаційних, економічних, матеріально-технічних, освітніх та інших заходів, спрямованих на збереження, відтворення й використання. Нарівні з видами тварин Червоної книги, які мають юридично закріпленій природоохоронний статус, у межах області трапляються й такі, які теж заслуговують на охорону, але такого статусу не мають. Вони, на нашу думку, мають активніше охоронятися на регіональному рівні, адже статус регіональної охорони видів може бути підставою для подальшого внесення їх до чергового видання Червоної книги, створення нових об'єктів природно-заповідного фонду України або розширення площ і територій національної екомережі, важливих пташиних територій (ІВА) тощо.

Метою цього дослідження є аналіз природоохоронного статусу й оновлення списку рідкісних тварин Львівщини у зв'язку зі змінами, які відбулись упродовж останнього десятиліття у навколишньому середовищі та відповідно до змін у списку тварин, занесених до Червоної книги України.

#### **Матеріали та методи**

Результати роботи ґрунтуються на первинних матеріалах, отриманих під час польових досліджень (із застосуванням сучасних загальноприйнятих методів збору, камеральної обробки матеріалів і статистичного аналізу), а також під час опрацювання відповідних наукових публікацій стосовно фауни та екології тварин [1, 3–8, 10, 17–20, 23–25, 31].

Враховуючи наявність значної кількості даних щодо рідкісних видів тварин, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАНУ спільно з Українською природоохоронною групою започаткував видання збірок «Матеріали до 4-го видання Червоної книги України» та «Знахідки тварин Червоної книги України». Окремі автори цієї публікації брали посильну участь у формуванні відповідних збірників, зокрема, томів 2 і 3 [11, 12].

Наукові назви видів фауни (окрім птахів) наведено відповідно до переліків, затверджених Комісією із зоологічної термінології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України (протокол № 5 від 03.05.2007 р.) [9]. Назви птахів подано згідно зі систематичним списком птахів фауни України [26].

#### **Результати і їхнє обговорення**

Підготовка списків регіонально рідкісних видів тварин зазвичай відбувається паралельно з формуванням чи публікацією нового видання Червоної книги України, оскільки цьому передують дослідження тих видів, які вже є в актуальному виданні Червоної книги, та тих, які можуть претендувати на внесення їх до оновлених списків. Проте не всі види, запропоновані спеціальною комісією, потрапляють до національної



Червоної книги. Тому інша частина їх, особливо ті, які мають негативні популяційні тренди у певному регіоні, можуть бути згруповані в регіональні списки рідкісних тварин чи у так звані Червоні книги адміністративних областей України. Прикладами таких видань є «Рідкісні види тварин Львівської області» [2], «Рідкісні та зникаючі види тварин Львівської області» [15], а також Червона книга Буковини [22], Червона книга Дніпропетровської обл. [29], Червона книга Харківської обл. [30], Червона книга Івано-Франківської обл. [27] та ін.

Списки рідкісних видів формують на основі рішень обласних рад за поданням Державного управління охорони навколишнього природного середовища у відповідній області. У Львівській обл. таке рішення з переліком видів тварин Червоної книги України, які поширені на території області й підлягають особливій охороні, та списком регіонально рідкісних видів тварин, що не занесені до Червоної книги України, але потребують охорони в межах області, затверджене на 2 роки раніше від опублікування 3-го видання Червоної книги України [28], а саме 13 червня 2007 р. (№ 342) [16]. Контроль за виконанням цього рішення покладено на Обласне управління охорони навколишнього природного середовища.

Проте з того часу минуло понад 15 років, змінилося саме середовище існування тварин як через вплив екологічних чинників, так і через війну, зазнав істотних змін і розширення перелік видів тварин оновленого видання Червоної книги України [14]. З огляду на це, об'єктивно необхідно постає потреба підготувати оновлений список регіонально рідкісних видів тварин Львівщини, що й було зроблено фахівцями кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка та відділу екосистемології Інституту екології Карпат НАН України (див. таблицю). У переліку містяться лише ті рідкісні види регіональної фауни, які не увійшли до актуального списку Червоної книги України.

Список регіонально рідкісних видів тварин Львівської області з відповідною приналежністю їх до основних міжнародних природоохоронних конвенцій

№ з/п	Назва виду	БернК	БоннК	CITES
<b>Безхребетні тварини</b>				
Тип ЧЛЕНИСТОНОГИ – ARTHROPODA				
Клас ПАВУКОПОДІБНІ – ARACHNIDA				
Ряд ПАВУКИ – ARANEAE				
1	Атипус (павук–землекоп) настінний <i>Atypus muralis</i> Bertkau, 1890			
2	Атипус (павук–землекоп) чорний <i>Atypus piceus</i> (Sulzer, 1776)			
3	Водяний павук (павук–сріблянка) <i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)			
4	Ерезус чорний <i>Eresus kollari</i> Rossi, 1846			
5	Мисливець–доломедес рослинний <i>Dolomedes plantarius</i> (Clerck, 1757)			
6	Тарантул (мизгир) південноруський <i>Lycosa singoriensis</i> (Laxmann, 1770)			
Клас КОМАХИ – INSECTA				
Ряд БАБКИ – ODONATA				
7	Коромисло зелене <i>Aeschna viridis</i> Eversmann, 1836		+	
8	Левкоринія білолоба <i>Leucorrhinia albifrons</i> (Burmeister, 1832)		+	
9	Левкоринія хвостата <i>Leucorrhinia caudalis</i> (Charpentier, 1840)		+	
10	Левкоринія лісова <i>Leucorrhinia pectoralis</i> Charpentier, 1825		+	
11	Дідок цецилія <i>Ophiogomphus cecilia</i> (Fourcroy, 1785)		+	
12	Дідок жовтоногий <i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)		+	
13	Лютка Брауера <i>Sympsectra braueri</i> Bianchi, 1905		+	
Ряд ТВЕРДОКРИЛІ, або ЖУКИ – COLEOPTERA				

Продовження таблиці

14	Турун зморшкуватий <i>Carabus intricatus</i> Linnaeus, 1761		
15	Турун видатний <i>Carabus excellens</i> Fabricius, 1798		
16	Турун клітчастий <i>Carabus clatratus</i> Linnaeus, 1761		
17	Турун нерегулярно-ямковий <i>Carabus irregularis</i> Fabricius, 1792		
18	Бронзівка велика <i>Cetonischema aeruginosa</i> (Drury, 1777)		
19	Бронзівка мармурова <i>Liocola lugubris</i> (Herbst, 1796)		
20	Вусач-тесля <i>Ergates faber</i> (Linnaeus, 1767)		
21	Евритирея австрійська <i>Eurythyrea austriaca</i> (Linnaeus, 1767)		
22	Златка восьмиплямиста <i>Vuprestis octoguttata</i> (Linnaeus, 1758)		
23	Овалізія бороздчаста <i>Ovalisia rutilans</i> (Fabricius, 1777)		
24	Плоскотілка червона <i>Cucujus cinnabarinus</i> (Scopoli, 1763)	+	
Ряд ЛУСКОКРИЛІ, або МЕТЕЛИКИ – LEPIDOPTERA			
25	Білан гірський <i>Pieris bryoniae</i> (Huebner, 1791)		
26	Строкатець сапфо <i>Neptis sappho</i> (Pallas, 1771)		
27	Перламутрівка лаодіка <i>Argynnis laodice</i> (Pallas, 1771)		
28	Рябець феба <i>Melitaea phoebe</i> (Denis et Schiffermueller, 1775)		
29	Сатир герміона <i>Hipparchia hermione</i> (Linnaeus, 1764)		
30	Сатир дріада <i>Minois dryas</i> (Scopoli, 1763)		
31	Сатир ахіна <i>Lopinga achine</i> (Scopoli, 1763)	+	
32	Синявець оріон <i>Scoliantides orion</i> (Pallas, 1771)		
33	Синявець алексис <i>Glaucopsyche alexis</i> (Poda, 1761)		
34	Синявець аріон <i>Maculinea arion</i> (Linnaeus, 1758)	+	
35	Синявець алькон <i>Maculinea alcon</i> (Denis et Schiffermueller, 1775)		
36	Синявець телеюс <i>Maculinea teleius</i> (Bergstraesser, 1779)	+	
37	Синявець тьмянний <i>Maculinea nausithous</i> (Bergstraesser, 1779)	+	
38	Синявець торф'яниковий <i>Plebejus optilete</i> (Knoch, 1782)		
39	Джмелевидка жимолостева <i>Hemaris fuciformis</i> (Linnaeus, 1758)		
40	Шовкопряд салатний <i>Lemonia dumi</i> (Linnaeus, 1758)		
41	Коконопряд падуболистий <i>Phyllodesma ilicifolia</i> (Linnaeus, 1758)		
42	Ведмедиця святкова, або геба <i>Ammobiota festiva</i> (Hufnagel, 1766)		
43	Ведмедиця сільська <i>Arctia villica</i> (Linnaeus, 1758)		
44	Ведмедиця дворова <i>Hypophoraia aulica</i> (Linnaeus, 1758)		
45	Стрічкарка мала червона <i>Catocala promissa</i> (Denis et Schiffermueller, 1775)		
46	Металовидка шавлієва <i>Diachrysis chryson</i> (Esper, 1789)		
Ряд ПЕРЕТИНЧАСТОКРИЛІ – HYMENOPTERA			
47	Ценоліда сітчаста <i>Caenolyda reticulata</i> (Linnaeus, 1767)		
48	Сколія степова <i>Scolia hirta</i> Schranck, 1781		
49	Бджола-лісторізі округла <i>Megachile rotundata</i> (Fabricius, 1787)		
50	Джміль незвичайний <i>Bombus confusus</i> Schenck, 1859		
Тип МОЛЮСКИ – MOLLUSCA			
Клас ЧЕРЕВОНОГІ – GASTROPODA			
51	Ставковик липкий <i>Lymnaea glutinosa</i> (O.F.Mueller, 1774)		
Клас ДВОСТУЛКОВІ – BIVALVIA			
52	Горошинка гарна <i>Pisidium pulchellum</i> (Jenyns, 1832)		
Хребетні тварини			
Тип ХОРДОВІ – CHORDATA			
РИБИ – PISCES			
Клас ПРОМЕНЕПЕРІ – ACTINOPTERYGII			
Ряд КОРОПОПОДІБНІ – CYPRINIFORMES			
53	В'юн звичайний <i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	
54	Бабець малоротий <i>Cottus microstomus</i> Heckel, 1837		
Клас ЗЕМНОВОДНІ – AMPHIBIA			
Ряд БЕЗХВОСТІ – ANURA			
55	Кумка звичайна <i>Bombina bombina</i> Linnaeus, 1761	+	
56	Ропуха зелена <i>Pseudepidalea viridis</i> Laurenti, 1768	+	
57	Жаба гостроморда <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842	+	
Клас ПЛАЗУНИ – REPTILIA			
Ряд ЧЕРЕПАХИ – TESTUDINES			
58	Черепаха болотяна <i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+

## Закінчення таблиці

Клас ПТАХИ – AVES			
Ряд ЛЕЛЕКОПОДІБНИ – CICONIIFORMES			
59	Бугай <i>Botaurus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
60	Бугайчик <i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766)	+	+
61	Квак <i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	+	
62	Чапля руда <i>Ardea purpurea</i> Linnaeus, 1766	+	+
Ряд ГУСЕПОДІБНИ – ANSERIFORMES			
63	Лебідь–кликун <i>Cygnus cygnus</i> ((Latham, 1758)	+	+
64	Галагаз <i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
65	Широконіска <i>Anas clypeata</i> Linnaeus, 1758	+	+
66	Крех малий <i>Mergus albellus</i> Linnaeus, 1758	+	+
Ряд СОКОЛОПОДІБНИ – FALCONIIFORMES			
67	Осоїд <i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
68	Підсоколик великий <i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758	+	+
69	Підсоколик малий <i>Falco columbarius</i> Linnaeus, 1758	+	+
70	Кібчик <i>Falco vespertinus</i> Linnaeus, 1766	+	+
Ряд ЖУРАВЛЕПОДІБНИ – GRUIFORMES			
71	Деркач <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)	+	
72	Пастушок водяний <i>Rallus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	
Ряд СІВКОПОДІБНИ – CHRADRIIFORMES			
73	Чайка <i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
74	Крем'яшник звичайний <i>Arenaria interpres</i> Linnaeus, 1758	+	+
75	Коловодник лісовий <i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	+	+
76	Коловодник великий <i>Tringa nebularia</i> (Gunnerus, 1767)	+	+
77	Плавунець круглодзьобий <i>Phalaropus lobatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
78	Побережник ісландський <i>Calidris canutus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
79	Побережник білий <i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764)	+	+
80	Побережник болотяний <i>Calidris falcinellus</i> (Pontoppidan, 1763)	+	+
81	Баранець малий <i>Limnocyptes minimus</i> (Brunnich, 1764)	+	+
82	Крячок чорний <i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
Ряд ГОЛУБОПОДІБНИ – COLUMBIFORMES			
83	Горлиця звичайна <i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	+	
Ряд СІВОРАКШЕПОДІБНИ – CORACIIFORMES			
84	Бджолоїдка <i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	+	+
Ряд ГОРОБЦЕПОДІБНИ – PASSERIFORMES			
85	Посмітюха (Жайворонок чубатий) <i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
86	Щеврик польовий <i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	+	
87	Щеврик лучний <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	+	
88	Плиска гірська <i>Motacilla cinerea</i> Tunstall, 1771	+	
89	Сорокопуд чорнолобий <i>Lanius minor</i> Gmelin, 1788	+	
90	Пронурок біловолий <i>Cinclus cinclus</i> (Linnaeus, 1758)	+	
91	Кобилочка–цвіркун <i>Locustella naevia</i> (Boddaert, 1783)	+	
92	Кропив'янка рябогруда <i>Sylvia nisoria</i> (Bechstein, 1795)	+	+
93	Мухоловка мала <i>Ficedula parva</i> (Bechstein, 1792)	+	+
94	Соловейко західний <i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehm, 1831)	+	+
95	Синьошийка <i>Luscinia svesica</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
96	Дрізд гірський <i>Turdus torquatus</i> Linnaeus, 1758	+	+
97	Синиця вусата <i>Panurus biarmicus</i> (Linnaeus, 1758)	+	
98	Підкоришник короткопалий <i>Certhia brachydactyla</i> C. L. Brehm, 1820	+	
99	Чечітка звичайна <i>Acanthis flammea</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
100	Чечітка гірська <i>Carduelis flavirostris</i> (Linnaeus, 1758)	+	
101	Чечевиця свразійська <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)	+	+
102	Вівсянка садова <i>Emberiza hortulana</i> Linnaeus, 1758	+	+
103	Пуночка <i>Plectrophenax nivalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	
Ряд ГРІЗУНИ – RODENTIA			
104	Вовчок сірий <i>Glis glis</i> (Linnaeus, 1766)	+	
105	Вовчок горішковий <i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	+	
106	Вовчок лісовий <i>Dryomys nitedula</i> (Pallas, 1778)	+	

**Примітки:** БернК – Бернська конвенція, БоннК – Боннська конвенція, СІТЕS – Вашингтонська конвенція

На нашу думку, наявність списку регіонально рідкісних видів тварин стимулюватиме процес наукового дослідження різних за природоохоронним статусом, але часто рідкісних чи зникаючих видів, і забезпечуватиме природоохоронну діяльність. Основними критеріями залучення особин видів до списків рідкісних і зникаючих тварин області вважаємо їхню вразливість до змін середовища (екологічну вимогливість), різке зменшення чисельності особин чи ареалу популяцій, низьку частоту трапляння в межах області, реліктове походження, ендемічний або субендемічний статус, приналежність до видів, які перебувають на межі ареалу свого поширення, складний життєвий цикл тощо.

Ми вважаємо, що знання про регіонально рідкісні види тварин і їхнє поширення може бути однією з підстав для створення нових об'єктів природно-заповідного фонду, що сприятиме збереженню раритетних екосистем у структурі національної екомережі, забезпечить комплексне збереження видового й ценотичного різноманіття як окремих територій та регіонів, так і України загалом. Після додаткових, детальних наукових досліджень частина регіонально рідкісних видів тварин, очевидно, буде рекомендована до включення до чергового видання Червоної книги України.

Таким чином, у Львівській обл. ми пропонуємо для регіональної охорони щонайменше 106 видів тварин, які належать до 3 типів і 9 класів. Охороні згідно з додатками Бернської конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі підлягають 64 із них, Боннською конвенцією щодо збереження мігруючих видів диких тварин охороняються 26 видів, а згідно з додатками Вашингтонської конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення, охороні підлягають 13 видів Львівщини. Деякі з регіонально рідкісних видів нашої області, переважно птахи, одночасно перебувають під захистом кількох конвенцій.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрійшин Б., Баландюх Н., Гнатина О. та ін. Ключові види тварин в екосистемах Заходу України // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2022. Вип. 87. С. 103–120.
2. Башта А.–Т. В., Канарський Ю. В., Решетило О. С. та ін. Рідкісні види тварин Львівської області. Львів, 2006. 220 с.
3. Вовк С. В., Каталевська А. С. Рідкісні червононогі молюски (Gastropoda) на території західної України [Електронний ресурс]: Молоді вчені: гіпотези, проекти, дослідження : зб. наук. праць. – Старобільськ, 2016. С. 4–11. Режим доступу: <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/1741/VovkKatalevska.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 04.03.2023).
4. Гірна А., Жукавець С. Каталог павуків (Arachnida, Aranei) Львівської області (Україна). Львів, 2022. 312 с.
5. Горбань Л. І. Земноводні родини ропухових Bufonidae в умовах Східно-Європейського зоогеографічного округу України // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: матеріали IV Міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007. С. 362–364.
6. Горбань Л. М. Фауна птахів та ссавців заповідника «Розточчя» // Наук. вісн. НЛТУ України. 2010. Т. 20. №. 16. С. 224–230.
7. Дубовик О. А. Підкоришник короткопалий *Certhia brachydactyla* у Львові // Troglodytes. 2020. Вип. 9–10. С. 109–112.
8. Дубовик О. А. Структура зимового населення птахів зелених насаджень Львова // Troglodytes. 2017. Вип. 8. С. 43–51.
9. Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена [Електронний ресурс]: Комісія із зоологічної номенклатури. Режим доступу: [http://www.izan.kiev.ua/term\\_com/vstup.htm](http://www.izan.kiev.ua/term_com/vstup.htm) (дата звернення: 04.06.2023).

10. Кузьо Г. О. Гніздування просянки *Miliaria calandra* в передмісті Львова // Troglodytes. 2016. Вип. 7. С. 225–226.
11. Матеріали до 4-го видання Червоної книги України. Тваринний світ (Серія: «Conservation Biology in Ukraine»). Вип. 7. Т. 2). К., 2018. 454 с.
12. Матеріали до 4-го видання Червоної книги України. Тваринний світ (Серія: «Conservation Biology in Ukraine»). Вип. 7. Т. 3). К., 2019. 416 с.
13. Основи екології: підручник // Олійник Я. Б., Шищенко П. Г., Гавриленко О. П. К., 2012. 558 с.
14. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) [Електронний ресурс]: Наказ Мін-ва захисту довкілля та природ. ресурсів України від 19.01.2021 р. № 29. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#Text> (дата звернення: 04.03.2023).
15. Рідкісні та зникаючі види тварин Львівської області / ред. А.–Т. Башта, Ю. В. Канарський, М. П. Козловський. Львів : Ліга–Прес, 2013. 224 с.
16. РІШЕННЯ № 342 від 13 червня 2007 року XIV сесії V демократичного скликання Львівської обласної ради «Про заходи щодо охорони рідкісних і зникаючих видів тварин, що підлягають особливій охороні на території Львівської області».
17. Скурпан М. В., Кузьо Г. О. Спостереження луна степового *Circus macrourus* у басейні Верхнього Дністра // Troglodytes. 2016. Вип. 7. С. 228–229.
18. Смірнов Н. А. Земноводні Передкарпаття та Зовнішніх Карпат: видовий склад, поширення, мінливість та деякі аспекти екології: автореф. дис. ... канд. біол. наук. К., 2015. С. 14–15.
19. Струс Ю., Шидловський І. Стан гніздових популяцій лучних видів куликів на Львівщині упродовж 2009–2014 рр. та рекомендації щодо їх охорони // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2016. Вип. 72. С. 168–179.
20. Тимків І., Назарук К., Шидловський І., Царик Й. Експансія пелопея вигнутого *Sceloporus curvatus* (F. Smith, 1870) у Центральній та Східній Європі // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2015. Вип. 70. С. 181–187.
21. Тварини Львівської області, занесені до Червоної книги України [Електронний ресурс] // Червона книга України. Головна. Режим доступу: <https://redbook-ua.org/animals/region/lvivska> (дата звернення: 04.03.2023).
22. Скільський І. В., Хлус Л. М., Череватов В. Ф. та ін. Червона книга Буковини. Тваринний світ. Чернівці: ДрукАрт, 2007. Т. 2. Ч. 1. 260 с.
23. Федонюк О. В. Земноводні та плазуни лісів Львівщини // Наук. вісн. УкрДЛТУ: Заповідна справа в Галичині, на Поділлі та Волині. 2004. № 14.8. С. 386–392.
24. Федонюк О. В. Особливості мінімізації антропогенного впливу на фауну земноводних та плазунів в умовах Західної України // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2013. Вип. 63. С. 115–118.
25. Федонюк О. В. Земноводні та плазуни в лісах Львівщини [Текст]: дис. ... канд. біол. наук: 06.03.03 / Федонюк Ольга Вікторівна; Національний лісотехнічний ун-т України. Львів, 2008. 199 арк.
26. Фесенко Г. В., Бокотей А. А. Анотований список українських наукових назв птахів фауни України. Київ; Львів, 2007. 111 с.
27. Червона книга Івано-Франківської області. Тваринний світ / гол. редкол. А. Д. Пліхтяк; наук. ред. І. В. Скільський, В. В. Бучко. Чернівці: Друк Арт, 2019. 448 с.
28. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.

29. Червона книга Дніпропетровської області (Тваринний світ) / під ред. О. Є. Пахомова. Дніпропетровськ: ТОВ «Новий друк», 2011. 488 с.
30. Червона книга Харківської області. Тваринний світ / за ред. Г. О. Шандикова, Т. А. Атемасової; гол. ред. В. А. Токарський. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. 472 с.
31. *Шидловський І., Дубовик О., Гринюк П.* та ін. Орнітофауна лучних екосистем у прикордонних районах Львівщини та Волині // *Geo&Bio*. 2021. Vol. 20. P. 117–134.
32. *Bar-Ona Y. M., Phillips R., Milo R.* The biomass distribution on Earth // *PNAS*. 2018. Vol. 115 (25). P. 6506–6511. DOI <https://doi.org/10.1073/pnas.171184211>

*Стаття надійшла до редакції 14.06.23*

*доопрацьована 11.07.23*

*прийнята до друку 12.07.23*

## REGIONALLY RARE ANIMAL SPECIES OF LVIV REGION

**I. Shydlovskyy<sup>1</sup>, O. Reshetylo<sup>1</sup>, A. Hirna<sup>2</sup>, V. Lesnik<sup>1</sup>, K. Nazaruk<sup>1</sup>,  
I. Skyrpan<sup>1</sup>, Y. Tsaryk<sup>1</sup>, I. Khamar<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine*

*<sup>2</sup>Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine  
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine  
e-mail: [ihor.shydlovskyy@lnu.edu.ua](mailto:ihor.shydlovskyy@lnu.edu.ua)*

Growing anthropogenic pressure and changing climate conditions create new reality in which more and more native fauna species require our attention. That is the reason for scientists to compile Red Lists or Red Data Books on different levels. The main factors of negative impact on animals nowadays are as follows: destruction and/or transformation of natural ecosystems (habitats), illegal removal from nature, commercial overuse, natural disasters and climate change, as well as military actions. The Red Data Book of Ukraine includes 140 species of animals which appear in Lviv region. However, there are also other species within the region that deserve protection. The latest Lviv region list of rare species was approved in 2007 – two years before the publication of the third edition of Red Data Book of Ukraine, and is somewhat outdated. For more than 15 years the animal habitats have changed, and the list of species in the new edition of the Red Data Book of Ukraine (2021) has changed significantly. According to this, a new list of regionally rare animal species is objectively needed. Such a list has been compiled and is presented in the article. The main species criteria for being included into it are: vulnerability to the environmental changes, a sharp decline in the number of individuals or rapid population area shrinkage, low occurrence frequency within the region, relic origin, endemic or sub-endemic status, species on the edge of their distribution ranges or with the complex life cycles, etc. We believe that our knowledge about regionally rare species and their distribution can be one of the reasons for the establishing of new protected areas. This will help to preserve rare ecosystems in the structure of national ecological network and strengthen the conservation of species and coenotic diversity both in some separate territories or regions, and in Ukraine as a whole. After additional, detailed scientific research some of the regionally rare animal species will obviously be recommended to be included into the next edition of the Red Data Book of Ukraine. Thus, at least 106 animal species are proposed to become regionally protected in Lviv region. 64 of them are already under the protection of Bern Convention, 26 – under Bonn Convention, and 13 under the protection of Washington Convention.

*Keywords:* rare animals, regional list, protection, Lviv region

**ПРОФІЛАКТИКА ПОРУШЕНЬ У СЛИЗОВИХ ОБОЛОНКАХ ТРАВНОГО  
ТРАКТУ САМОК ЩУРІВ ЗА ДЕФІЦИТУ ЕСТРОГЕНІВ, БІЛКА ТА КАЛЬЦІЮ**

**О. Сідлецький<sup>1\*</sup>, О. Макаренко<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
Шампанський провул., 2, Одеса 65058, Україна*

<sup>2</sup>*Державна установа «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії»  
НАМН України  
вул. Рішельєвська, 11, Одеса 65026, Україна  
e-mail: abcd35133@gmail.com*

**Мета роботи.** З'ясувати профілактичну ефективність комплексу з кверцетину, цитрату кальцію, вітамінів, макро- і мікроелементів на біохімічні показники слизових оболонок травного тракту в оваріоектомованих щурів з аліментарним дефіцитом білка та кальцію.

**Матеріали та методи.** Дослідження було проведено на 24 самках щурів стадного розведення. У 16 тварин моделювали стан дефіциту естрогенів шляхом оваріоектомії з подальшим триманням їх на неповноцінному раціоні; половині з них вводили профілактичний комплекс вітамінів і мінералів. Щурів через 4 місяці виводили з експерименту. В гомогенатах слизових оболонок порожнини рота, шлунка, тонкої та товстої кишок визначали маркери запалення (активність еластази, кислото фосфатази та вміст малонового діальдегіду) і показник бактеріального обсіменіння (активність уреаз).

**Результати.** За результатами дослідження встановлено розвиток запалення у слизових оболонках травного тракту тварин з гіпоестрогенією та на тлі отримання неповноцінного за вмістом кальцію та білка раціону. Розвиток запалення супроводжувався підвищенням активності кислото фосфатази (у ротовій порожнині – на 16,5 %, у шлунку – на 23,3 %, у тонкій кишці – на 27,0 %, у товстій кишці – на 29,6 %), еластази (у ротовій порожнині – на 9,2 %, у шлунку – на 52,6 %, у тонкій кишці – на 93,6 %, у товстій кишці – на 28,7 %) та вмісту малонового діальдегіду (у порожнині рота – на 25,8 %, у шлунку – на 40,7 %, у тонкій і товстій кишці – на 26,4 %, у товстій кишці – на 35,7 %) щодо контрольної групи. Крім того, у слизових оболонках травного тракту щурів з патологією зареєстровано збільшення активності уреаз, що свідчить про підвищення контамінації умовно-патогенних мікроорганізмів на оболонках. Введення шурам досліджуваного профілактичного комплексу ефективно запобігало підвищенню показників запалення та дисбіозу у слизових оболонках травного тракту тварин, викликаного моделюванням патології.

**Висновок.** Виявлені протизапальні й антидисбіотичні властивості профілактичного комплексу вітамінів і мінералів на основі кверцетину та цитрату кальцію з раковин устриць дають підстави рекомендувати запропоновану композицію препаратів для більш глибокого дослідження з метою створення засобу – ефективної альтернативи гормональній замісній терапії за гіпоестрогенії з аліментарним дефіцитом білка та кальцію.

*Ключові слова:* гіпоестрогенія, запалення, дисбіоз, кверцетин, цитрат кальцію

Розвиток недостатності яєчників, як клімактеричний, так і передчасний, призводить до фізіологічних порушень у всіх органах і системах жіночого організму. Незважаючи

на те, що одним із найбільш показових проявів гіпоестрогенії є зменшення мінеральної щільності кісток і порушення співвідношення між вмістом мінерального й органічного компонентів кістки, що призводить до формування остеопорозу, дефіцит естрогенів здатний значною мірою погіршувати стан шлунково-кишкового тракту.

Як відомо, гіпоестрогенія суттєво збільшує процеси резорбції кісткової тканини, які супроводжуються змінами в кількісних показниках маркерів рецесії кістки та запалення [1]. Дані маркери можна зафіксувати не тільки безпосередньо в ураженій кістці, але і у слизових оболонках порожнини рота і шлунково-кишкового тракту, що вказуватиме на ураження цих тканин.

Лікування та профілактика запальних процесів у слизовій оболонці рота й інших відділах травного тракту на тлі остеорезорбтивних процесів у кістковій тканині передбачає застосування засобів, які б давали змогу компенсувати знижений рівень жіночих статевих гормонів. Але слід зазначити, що гормонозамісна терапія, незважаючи на її високу ефективність і безумовну необхідність, може спричинювати серйозні побічні ефекти: алергії, розвиток добро- та злоякісних пухлин [1, 11, 19].

У зв'язку із зазначеним для профілактики надмірної рецесії кісток за умови гіпоестрогенії та ураження слизових оболонок травного тракту як супутньої патології доречним є приділити більшу увагу препаратам рослинного походження – біофлавоноїдам, які здійснюють естрогеноподібну дію та не спричиняють значних побічних проявів за тривалого застосування, особливо в комбінації з кальцієм, вітамінами, макро- та мікроелементами [5, 11, 14].

**Метою даної роботи** було з'ясувати профілактичну ефективність комплексу з кверцетину, цитрату кальцію, вітамінів, макро- і мікроелементів на біохімічні показники слизових оболонок травного тракту у оваріоектомованих щурів з аліментарним дефіцитом білка та кальцію.

**Матеріали та методи.** Дослідження було проведено на 24 самках щурів стадного розведення, яких поділили на 3 групи (по 8 у кожній): 1 – інтактні тварини; 2 – тварини, яким провели оваріоектомію (ОЕ) та які перебували на неповноцінній за вмістом кальцію і білка дієті (НКБД); 3 – тварини, які на тлі ОЕ та НКБД отримували комплекс на основі цитрату кальцію з раковин чорноморських устриць (ОЕ+ НКБД+ профілактика) у дозі 500 мг/кг. До складу неповноцінного раціону входили кукурудзяна крупа, буряк, гарбуз, яблуко у кількості, що відповідає вмісту 10–15 мг кальцію та 3–4 г білка на 100 г тварин [13]. До складу профілактичного комплексу входили кверцетин (12,20 мг), цитрат кальцію з раковин чорноморських устриць (121,95 мг), вітамін D<sub>3</sub> (15 МО/мл), селен (20,33 мг), мідь (60,98 мг), цинк (60,98 мг), магній (121,95 мг), вітамін С (40,65 мг), марганець (60,98 мг): у сумі 500 мг/кг маси щурів.

Дози вітамінів і мінералів відповідали фізіологічній потребі тварин в умовах аліментарного дефіциту білка та кальцію [6]. Комплекс препаратів вводили щурам 3-ї групи перорально щоденно зранку.

Під час проведення експериментальних досліджень тварини перебували у стандартних умовах віварію згідно з нормами і принципами Директиви Ради ЄС з питань захисту хребетних тварин, що використовуються для наукових цілей [8].

Щурів через 4 місяці виводили з експерименту під тіопенталовим наркозом (внутрішньоочеревино в дозі 20 мг/кг), виділяли слизові оболонки основних відділів травного тракту. В гомогенатах слизових оболонок порожнини рота (20 мг/мл 0,05М трис-НСІ буфера рН 7,5), шлунка, тонкої та товстої кишок (50 мг/мл 0,05 М трис-НСІ буфера



pH 7,5) визначали активність опосередкованих маркерів запалення, а саме: активність еластази, уреаз, вміст малонового діальдегіду (МДА), активність кислій фосфатази (КФ) [3]. Статистичне опрацювання отриманих результатів проводили, визначаючи коефіцієнт Стюдента у програмі Microsoft Excel 2010.

Визначення активності еластази у гомогенатах слизових оболонок травного тракту ґрунтувалося на здатності еластази здійснювати гідроліз синтетичного субстрату N-t-BOC-L-alanine-p-nitrophenyl ester (BOC). Під дією еластази від субстрату відщеплювався п-нітрофенол жовтого забарвлення, інтенсивність якого була пропорційна активності еластази.

Активність кислій фосфатази визначали за інтенсивністю забарвлення дослідної рідини внаслідок гідролізу субстрату п-нітрофенілфосфату методом Бессея-Лоурі-Брока. Під впливом фосфатаз від субстрату відщеплювався п-нітрофенол, що має в лужному середовищі жовтий колір. Інтенсивність отриманого забарвлення пропорційна активності ферменту.

Визначення активності уреаз засноване на здатності цього ферменту розщеплювати сечовину до аміаку, який із реактивом Неслера дає жовте забарвлення. Інтенсивність забарвлення проби прямо пропорційна активності уреаз в гомогенаті [3].

Метод визначення малонового діальдегіду заснований на тому, що за високої температури в кислому середовищі останній реагує з 2-тіобарбітуровою кислотою, утворюючи забарвлений триметиловий комплекс, із максимумом поглинання за довжини хвилі 532 нм.

### Результати і їхнє обговорення

У табл. 1 наведено результати дослідження активності кислій фосфатази (КФ) у слизових оболонках травного тракту щурів із патологією. КФ можна вважати опосередкованим маркером запалення, оскільки вона є лізосомальним ферментом і руйнує клітинні та внутрішньоклітинні мембрани, підвищення її активності є однією з первинних ознак запального процесу. У слизовій оболонці ротової порожнини інтактних щурів активність КФ становила 14,68 мккат/кг, у слизовій оболонці шлунка – 34,99 мккат/кг, тонкої кишки – 39,67 мккат/кг, товстої кишки – 33,34 мккат/кг (табл. 1).

Таблиця 1

Активність кислій фосфатази у слизових оболонках травного тракту щурів з патологією та її профілактикою (мккат/кг;  $M \pm m$ ;  $n=8$ )

Групи	Слизові оболонки			
	Ротова порожнина	Шлунок	Тонка кишка	Товста кишка
Інтактна	14,68±0,52	34,99±1,57	39,67±1,49	33,34±1,24
ОЕ+НКБД	17,10±0,68	43,14±2,10	50,39±1,22	43,20±2,12
	$P \leq 0,02$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,002$
ОЕ+НКБД+	14,04±0,65	33,74±1,45	45,89±1,56	33,96±1,72
+профілактика	$P \geq 0,2$	$P \geq 0,5$	$P \leq 0,01$	$P \geq 0,5$
	$P_1 \leq 0,01$	$P_1 \leq 0,005$	$P_1 \leq 0,05$	$P_1 \leq 0,005$

**Примітка:** P – достовірність відмінностей від показника інтактної контрольної групи,  $p_1$  – достовірність відмінностей від показника другої групи, ОЕ – оваріоектомія, НКБД – неповноцінна за вмістом кальцію та білка дієта

У щурів 2-ї групи після оваріоектомії та за умови отримання неповноцінного раціону активність КФ у слизових оболонках травного тракту достовірно збільшувалася порівняно з її рівнем у інтактній групі, а саме: у ротовій порожнині – на 16,5 % ( $P \leq 0,02$ ), у шлунку – на 23,3 % ( $P \leq 0,001$ ), у тонкій кишці – на 27,0 % ( $P \leq 0,001$ ), у товстій кишці – на 29,6 % ( $P \leq 0,002$ ). Отримані результати свідчать про розвиток запального процесу

у слизових оболонках травного тракту самок щурів на тлі тривалої гіпоестрогенії та з аліментарним дефіцитом білка і кальцію.

Профілактичне введення оваріоектомованим щурам 3-ї групи комплексу вітамінів, макро- і мікроелементів сприяло зменшенню активності КФ у слизових оболонках щодо показників у групі без профілактики. Згідно з табл. 1, активність кислої фосфатази знизилася з високим ступенем достовірності у ротовій порожнині на 17,9 %, у шлунку – на 21,8 %, у тонкій кишці – на 8,9 %, у товстій кишці – на 21,4 % щодо рівня цього маркера у другій групі. Такий ефект можна пояснити мембраностабілізуючою дією кверцетину як компонента профілактичного комплексу, що запобігає розвитку надмірного запального процесу у слизових оболонках відділів травного тракту за дефіциту естрогенів, кальцію та білка.

Активність еластази також можна віднести до маркерів запалення. Оскільки еластаза є протеолітичним ферментом нейтрофільного походження, показники її активності відображають міру скупчення лейкоцитів у тканинах. Тому чим більша кількість нейтрофілів вийшла у вогнище запалення з кровоносного русла, тим вища активність еластази, тим більш інтенсивний процес запалення. Активність даного ферменту також зростала у шлунково-кишковому тракті щурів з оваріоектомією за умови отримання неповноцінного за складом раціону (табл. 2). Слід зазначити, що в інтактних тварин найвищу активність еластази зафіксовано у тонкій кишці (в 10 разів вищу, ніж у роті). Швидше за все, це пов'язано з тим, що у слизовій оболонці тонкої кишки має місце значне скупчення лейкоцитів, особливо за надходження гідролізатів хімусу через певний час після вживання корму.

Таблиця 2

Активність еластази у слизових оболонках травного тракту щурів з патологією та її профілактикою (мккат/кг;  $M \pm m$ ;  $n=8$ )

Групи	Слизові оболонки			
	Ротова порожнина	Шлунок	Тонка кишка	Товста кишка
Інтактна	59,11±2,70	149,33±3,79	702,40±60,0	92,86±7,62
ОЕ+НКБД	64,56±2,37	227,81±8,64	1360,73±87,2	119,53±1,24
	$P \geq 0,1$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,005$
ОЕ+НКБД+	47,45±1,39	190,5±5,20	845,73±54,72	96,20±7,40
+профілактика	$P \leq 0,002$	$P \leq 0,001$	$P \geq 0,05$	$P \geq 0,5$
	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,005$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,01$

Примітки як до табл. 1

Аналізуючи результати досліджень, представлені у табл. 2, у слизових оболонках щурів з 2-ї групи зростає активність цього ферменту щодо показника інтактних тварин: у ротовій порожнині – на 9,2 % ( $P \geq 0,1$ ), у шлунку – на 52,6 % ( $P \leq 0,001$ ), у тонкій кишці – на 93,6 % ( $P \leq 0,001$ ), у товстій кишці – на 28,7 % ( $P \leq 0,005$ ).

Таким чином, збільшення активності еластази у слизових оболонках травного тракту щурів підтверджує розвиток запального процесу за гіпоестрогенії й аліментарного дефіциту білка і кальцію. Наслідком підвищення активності еластази є руйнація еластичних волокон тканин, що, у свою чергу, призводить до посилення деструктивних процесів у слизових оболонках травного тракту [2].

Біохімічне дослідження активності еластази у слизових оболонках травного тракту щурів 3-ї групи, яка отримувала кверцетин, цитрат кальцію з раковин устриць, вітамін D<sub>3</sub>, селен, мідь, цинк, магній, вітамін С на тлі оваріоектомії та неповноцінного раціону, показало статистично вірогідне зниження активності даного ферменту щодо показника у щурів

2-ї групи – без профілактики патології (табл. 2).

Так, у слизовій оболонці ротової порожнини 3-ї групи щурів активність еластази знизилася на 26,5 % ( $P_1 \leq 0,001$ ), у шлунку – на 16,4 % ( $P_1 \leq 0,005$ ), у тонкій кишці – на 37,8 % ( $P_1 \leq 0,001$ ), у товстій кишці – на 19,5 % ( $P_1 \leq 0,01$ ) порівняно з цим показником у 2-й групі. Зменшення даного маркера можна пояснити вираженою протизапальною дією комплексного профілактичного засобу, насамперед завдяки наявності біофлавоноїда кверцетину, в умовах дефіциту естрогенів, білка і кальцію.

Ознакою розвитку запального процесу є також підвищення рівня МДА у тканинах. МДА утворюється в організмі за деградації (зокрема, окислення) поліненасичених жирних кислот активними формами кисню. За дії патогенних факторів (запалення, ішемія, гіпоксія тощо) генерація активних форм кисню значно зростає, що веде до пришвидшення пероксидного окиснення ліпідів, у ході якого утворюються діальдегіди, зокрема, малоновий, які є мутагенами і мають виражену цитотоксичність. Підвищення рівня ендogenous пероксидів виступає як ушкоджуючий фактор, що порушує структуру і функціональність клітинної мембрани [7, 17].

Результати визначення вмісту МДА у слизових оболонках травного тракту оваріоектомованих щурів з аліментарним дефіцитом білка і кальцію представлено у табл. 3.

Таблиця 3

Вміст малонового діальдегіду у слизових оболонках травного тракту щурів з патологією та її профілактикою (ммоль/кг;  $M \pm m$ ;  $n=8$ )

Групи	Слизові оболонки			
	Ротова порожнина	Шлунок	Тонка кишка	Товста кишка
Інтактна	15,71±1,14	10,12±0,52	7,66±0,44	8,36±0,54
ОЕ+НКБД	19,76±1,42	14,24±0,87	9,68±0,86	11,34±0,62
	$P \leq 0,05$	$P \leq 0,002$	$P \geq 0,05$	$P \leq 0,005$
ОЕ+НКБД+	15,71±1,22	10,96±0,48	7,69±0,64	8,84±0,56
+профілактика	$P \geq 0,5$	$P \geq 0,2$	$P \geq 0,5$	$P \geq 0,4$
	$P_1 \leq 0,05$	$P_1 \leq 0,01$	$P_1 \geq 0,1$	$P_1 \leq 0,01$

Примітки як до табл. 1

Після оваріоектомії у поєднанні з отриманням неповноцінного раціону спостерігали достовірне збільшення вмісту МДА у слизових оболонках порожнини рота, шлунка та товстої кишки на 25,8 %, 40,7 % та на 35,7 %, відповідно, щодо рівня цього показника у інтактних тварин. У слизовій оболонці тонкої кишки збільшення вмісту МДА становило 26,4 %, але різниця не була статистично значущою ( $P \geq 0,05$ ) (табл. 3).

Підвищення активності уреазі є ознакою збільшення частки умовно-патогенних бактерій у складі мікробіоти слизових оболонок, а отже – розвитку дисбіозу. Результати аналізу активності уреазі у слизових оболонках травного тракту оваріоектомованих самок щурів, що вживали раціон, дефіцитний за білком і кальцієм, наведено у табл. 4.

У слизових оболонках шлунково-кишкового тракту щурів з патологією спостерігали збільшення активності уреазі порівняно з контрольною групою на 88,1 % – у ротовій порожнині; на 227,0 % (тобто більш ніж у 3 рази) – у шлунку; на 41,0 % – у тонкій кишці та на 58,3 % – у товстій кишці. Встановлені зміни відбувалися з високим рівнем статистичної достовірності:  $P \leq 0,001$  та  $P \leq 0,005$  (для тонкої кишки). Отримані дані дають підстави зробити висновок про переважання умовно-патогенної та патогенної мікробіоти над облігатною у слизових оболонках травних шляхів самок тварин в умовах дефіциту естрогенів, білка та кальцію, що обумовлено як пригніченням механізмів імунного захисту, так і запальними, а також імовірними виразково-ерозивними явищами (табл. 4).

Таблиця 4

Активність уреазы у слизових оболонках травного тракту щурів з патологією та її профілактикою (мккат/кг; M±m; n=8)

Групи	Слизові оболонки			
	Ротова порожнина	Шлунок	Тонка кишка	Товста кишка
Інтактна	0,268±0,018	0,348±0,01	0,239±0,02	1,56±0,1
ОЕ+НКБД	0,504±0,024 P≤0,001	1,138±0,02 P≤0,001	0,337±0,021 P≤0,005	2,47±0,16 P≤0,001
ОЕ+НКБД+ +профілактика	0,162±0,01 P≤0,001 P <sub>1</sub> ≤0,001	0,560±0,008 P≤0,001 P <sub>1</sub> ≤0,001	0,202±0,023 P≥0,2 P <sub>1</sub> ≤0,001	1,69±0,12 P≥0,2 P <sub>1</sub> ≤0,002

Примітки як до табл. 1

Профілактичне застосування комплексу (кверцетин, цитрат кальцію з раковин устриць, вітамін D<sub>3</sub>, селен, мідь, цинк, магній, вітамін С) на тлі оваріоектомії та неповноцінного раціону сприяло статистично достовірному зменшенню рівня активності уреазы щодо групи тварин без профілактики патології: на 67,9 % – у ротовій порожнині, на 50,8 % – у шлунку, на 40,1 % – у тонкій кишці та на 31,6 % – у товстій кишці (табл. 4). Отримані дані свідчать про антимікробну й антидисбіотичну ефективність розробленого комплексу.

Таким чином, гіпоестрогенія, що викликана за допомогою оваріоектомії у самок щурів, в сукупності з отриманням неповноцінного за вмістом кальцію та білка раціону сприяла розвиткові запалення (збільшенню активності кислій фосфатази, еластази та вмісту МДА) у слизових оболонках травного тракту. Також зростання активності ферменту уреазы у слизових оболонках щурів з патологією є ознакою підвищення контамінації умовно-патогенних мікроорганізмів на оболонках травного тракту. Порушення морфо-функціональної цілісності травного тракту, у свою чергу, може призводити до недостатнього забезпечення організму кальцієм та вітаміном D, утворюючи таким чином «замкнене коло».

Отримані результати підтверджують дані інших авторів про розвиток запального процесу та дисбіозу у шлунково-кишковому тракті самок за дефіциту жіночих статевих гормонів. Зв'язок між рівнем естрогенів і станом травного тракту, зокрема, із запально-виразковими захворюваннями, дуже тісний. Ще у першій половині ХХ ст. Sandweiss et al. [1950] припустили, що під час лактації та у постменопаузі в передній долі гіпофіза порушується механізм негативного зворотного зв'язку естрогену та прогестерону, що призводить до виникнення або загострення виразкової хвороби [16].

Oluwole et al. [1990] дослідним шляхом встановили, що у самок щурів виразки 12-палої кишки розвиваються рідше, ніж у самців; а оваріоектомія, у свою чергу, збільшує схильності до виразкоутворення [13].

Таким чином, естрогени здійснюють захисний ефект щодо виникнення пептичних виразок і їхньої тяжкості, а ризик виникнення даних виразок нижчий у жінок, ніж у чоловіків; але після 70 років виразка шлунка та 12-палої кишки (ДПК) частіше трапляється у жінок у постменопаузі [4, 10, 9].

Застосування комплексу кверцетин, цитрат кальцію з раковин устриць, вітамін D<sub>3</sub>, селен, мідь, цинк, магній, вітамін С на тлі оваріоектомії та неповноцінного раціону запобігало підвищенню досліджуваних показників, рівень яких відповідав значенням у інтактних тварин. Висока протизапальна дія комплексу пояснюється передусім наявністю в його складі кверцетину, цитрату кальцію, вітамінів С і D, які мають позитивний вплив на метаболізм, порушений дефіцитом естрогенів, білка та кальцію.

Кверцетин належить до біофлавоноїдів і є потужним антиоксидантом та інгібітором деструктивних ферментів (еластази, фосфоліпази  $A_2$ ), має виражені мукозопротекторні й антидисбіотичні властивості. Дана сполука шляхом гальмування ліпооксигенази зменшує утворення лейкотрієнів, стимуляцію нейтрофільних гранулоцитів і тромбоцитів з подальшим зменшенням утворення вільних радикалів. Крім того, кверцетин в умовах гіпоестрогенії може виконувати естрогеноподібну дію, завдяки чому запобігає порушенням, викликаним дефіцитом естрогенів [9, 12, 14, 18].

Цитрат кальцію – найбільш біологічно доступна для організму форма кальцію, також здатна проявляти протизапальну дію. Вона позитивним чином впливає на морфофункціональну цілісність слизових оболонок; додавання у склад препарату вітаміну  $D_3$  сприяло кращому засвоєнню кальцію. Наявність аскорбінової кислоти додатково посилювало антиоксидантну ефективність комплексу, а комбінація мікро- та макроелементів, у свою чергу, підтримувала активність ферментів, що пригнічують розвиток оксидативного стресу, та здійснювала загальностимулюючий вплив на організм тварин [15, 17].

Проведене нами дослідження підтвердило розвиток патологічних змін у травному тракті лабораторних тварин за дефіциту естрогенів та утримання їх на неповноцінному харчуванні. Високі протизапальні й антидисбіотичні властивості комплексу вітамінів і мінералів на основі кверцетину та цитрату кальцію з раковин устриць дають підстави рекомендувати запропоновану композицію препаратів для подальшого більш глибокого дослідження з метою створення засобу, який би став ефективною альтернативою гормональній замісній терапії за гіпоестрогенії та неповноцінного харчування.

**Висновки.** 1. У слизових оболонках травного тракту оваріоектомованих самок щурів, які вживали неповноцінний раціон, встановлено підвищення активності кислої фосфатази, а також активності еластази.

2. Вміст МДА й активність уреаз у слизових оболонках самок щурів з дефіцитом естрогенів, білка та кальцію підвищилися у порожнині рота, у шлунку, тонкій і товстій кишці.

3. Застосування профілактичного комплексу у самок щурів з оваріоектомією на тлі неповноцінного раціону запобігає підвищенню маркерів запального процесу у слизових оболонках травного тракту, про що свідчить зниження активності кислої фосфатази й еластази.

4. У слизових оболонках травного тракту щурів з патологією, що отримували комплекс вітамінів і мінералів, знизилися маркери пероксидного окиснення ліпідів і дисбіозу:

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Венцківська І. Б., Загородня О. С., Наритник Т. Т. Раннє припинення менструальної функції: сучасні погляди на патогенез і наслідки // Репродуктивна ендокринологія. 2019. Т. 8. № 4. С. 8–12.
2. Кіка В. В., Макаренко О. А., Новікова О. Ж. Розвиток запалення в травному тракті щурів після тривалого введення алкоголю // Укр. журнал медицини, біології та спорту. 2021. Т. 6. № 6 (34). С. 253–258.
3. Макаренко О. А., Хромагіна Л. М., Ходаков І. В. Методи дослідження стану кишечника та кісток у лабораторних щурів: довідник. Одеса: Видавець С. Л. Назарчук, 2022. 81 с.
4. Масіброда Н. Г., Тарасюк О. К., Сторожук М. С. Метаболізм естрогенів. Фактори, які сприяють порушенню обміну// Вісн. Вінницьк. нац. мед. ун-ту. 2017. Т. 21. № 1. С. 356–361.

5. Николаева А. В. Пародонтопротекторное действие растительных полифенолов у женщин с гипоэстрогенией // Вісн. стоматології. 2015. № 4. С. 31–34.
6. Свідцтво авторського права України № 111997 Комплекс для профілактики порушень кісткового метаболізму при гіпотиреозі / О. А. Макаренко, О. В. Задерей, І. В. Ходаков, Л. М. Хромагіна. Опубл. 21.02.2022 р.
7. Телекі Я. М., Христич Т. М., Федів О. І. Вплив кверцетину на стан протиоксидантної системи крові при хронічному обструктивному захворюванні легень на тлі хронічного панкреатиту // Укр. вісн. медико-соціальної експертизи. 2019. № 3–4. С. 62–66.
8. Шнайдер С. А., Левицкий А. П. Экспериментальная стоматология. Ч. I. Экспериментальные модели стоматологических заболеваний. Одесса: КП «Одеська міська друкарня», 2017. 67 с.
9. Ansari M. Y., Ahmad N., Haqqi T. M. Oxidative stress and inflammation in osteoarthritis pathogenesis: Role of polyphenols // Biomed. Pharmacother. 2020. Vol. 129. P. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110452>
10. Chen C., Gong X., Yang X. et al. The roles of estrogen and estrogen receptors in gastrointestinal disease (Review) // Oncology Letters. 2019. N 18. P. 5673–5680.
11. Hai Y., Juntao L. Man W. et al. Effect of quercetin on bone metabolism and serum osteocalcin in osteoporotic rats // Trop. J. Pharm. Res. 2020. Vol. 19(2). P. 277–281.
12. Mousavi S., Vakili S., Zal F. et al. Quercetin potentiates the anti-osteoporotic effects of alendronate through modulation of autophagy and apoptosis mechanisms in ovariectomy-induced bone loss rat model // Mol. Biol. Rep. 2023. Vol. 50. P. 3693–3703. <https://doi.org/10.1007/s11033-023-08311-w>
13. Oluwole F. S., Bolarinwa A. F. Effects of gonadectomy on indomethacin-induced ulceration and peptic activity in rats // Afr. J. Med. Sci. 1990. Vol. 19(2). P. 139–143.
14. Oršolić N., Jeleč Ž., Nemrava J. et al. Effect of quercetin on bone mineral status and markers of bone turnover in retinoic acid-induced osteoporosis // Polish J. Food Nutr. Sci. 2018. Vol. 68. N 2. P. 149–162.
15. Palermo A., Naciu, A. M., Tabacco G. et al. Calcium citrate: from biochemistry and physiology to clinical applications // Rev. Endocr. Metab. Disord. 2019. Vol. 20. P. 353–364.
16. Sandweiss D. J., Saltzstein H.C., Scheinberg S. R., Parks A. Hormone studies in peptic ulcer; pituitary adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and cortisone // J. Am. Med. Assoc. 1950. Vol. 144 (17). P. 1436–1442.
17. Xiaopei W., Honglian D., Langlang L. et al. Citrate reduced oxidative damage in stem cells by regulating cellular redox signaling pathways and represent a potential treatment for oxidative stress-induced diseases // Redox Biol. 2019. Vol. 21. P. 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.11.015>
18. Xu Dong, Meng-Jiao Hu, Yan-Qui Wang, Yuan-Lu Cui. Antioxidant activities of quercetin and its complex for medical application // Molecules. 2019. N 24. P. 111–126.
19. Yue-Yue H., Zi-Hao W., Li-Hui D. et al. Oral Administration of Quercetin or Its Derivatives Inhibit Bone Loss in Animal Model of Osteoporosis // Oxid. Med. Cell. Longev. 2020 P. 1–21. <https://doi.org/10.1155/2020/6080597>

Стаття надійшла до редакції 02.02.23

доопрацьована 07.04.23

прийнята до друку 10.04.23

**PREVENTION OF DISORDERS IN THE MUCOUS MEMBRANE  
OF THE DIGESTIVE TRACT OF FEMALE RATS WITH ESTROGEN,  
PROTEIN AND CALCIUM DEFICIENCY**

**O. Sidletskyi<sup>1</sup>, O. Makarenko<sup>1,2</sup>**

*<sup>1</sup>Odesa I. I. Mechnykov National University  
2, Champagne Lane, Odesa 65058, Ukraine*

*<sup>2</sup>State institution "Institute of Stomatology and Maxillo-Facial Surgery"  
NAMS of Ukraine  
11, Richelievskaya St., Odesa 65026, Ukraine  
e-mail: abcd35133@gmail.com*

**Purpose.** Substantiation of the preventive efficacy of a complex consisting of quercetin, calcium citrate, vitamins, macro- and microelements in relation to the biochemical parameters of the mucous membranes of the digestive tract of rats with oophorectomy and insufficient protein and calcium in the diet.

**Materials and methods.** The study was conducted on 24 female rats of herd breeding: in 16 animals, the state of estrogen deficiency was modeled by ovariectomy followed by their maintenance on an inadequate diet, half of which were injected with a prophylactic complex of vitamins and minerals. After 4 months, the rats were taken out of the experiment. In the homogenates of the mucous membranes of the oral cavity, stomach, small and large intestine, markers of inflammation (activity of elastase, acid phosphatase and the content of malonic dialdehyde) and the index of bacterial contamination (activity of urease) were determined.

**Results.** As a result of the study, the development of inflammation was established in the mucous membranes of the digestive tract of rats with hypoestrogenism and when receiving a diet deficient in protein and calcium. The development of inflammation was accompanied by an increase in the activity of acid phosphatase (in the oral cavity – by 16.5 %, in the stomach – by 23.3 %, in the small intestine – by 27.0 %, in the large intestine – by 29.6 %), elastase ( in the oral cavity – by 9.2 %, in the stomach – by 52.6 %, in the small intestine – by 93.6 %, in the large intestine – by 28.7 % and the content of malondialdehyde (in the oral cavity – by 25.8 %, in the stomach – by 40.7 %, in the small and large intestine – by 26.4 %, in the large intestine – by 35.7 %) relative to the control group. In addition, an increase in urease activity was registered in the mucous membranes of the digestive tract of rats with pathology, which means an increase in the contamination of opportunistic microorganisms on the mucous membranes. The introduction of the prophylactic complex to rats prevented an increase in inflammation and dysbiosis in the mucous membranes of the digestive tract of animals, which was caused by pathology modeling.

**Findings.** Anti-inflammatory and anti-dysbiotic properties of the prophylactic complex of vitamins and minerals based on quercetin and calcium citrate from Black Sea oyster shells allow us to recommend this composition of preparations for a deeper study in order to create an alternative to hormone replacement therapy for hypoestrogenism with alimentary deficiency of protein and calcium.

**Keywords:** hypoestrogenia, inflammation, dysbiosis, quercetin, calcium citrate

## ОСТЕОДИСТРОФІЯ В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ АЛЮМІНІЄМ ЯК НАСЛІДОК ПОРУШЕНЬ У ТРАВНОМУ ТРАКТІ ЩУРІВ

Б. Галкін<sup>1</sup>, Н. Кириленко<sup>1</sup>, Л. Хромагіна<sup>2</sup>, М. Кара<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Дворянська, 2, Одеса 65082, Україна

e-mail: bgalkin@ukr.net; kiril-ko@ukr.net

<sup>2</sup>Державна установа «Інститут стоматології

та щелепно-лицевої хірургії НАМН»

вул. Рішельєвська, 11, Одеса 65026, Україна

e-mail: flavan.ua@gmail.com

**Актуальність.** Зростаючий рівень вмісту алюмінію у навколишньому середовищі (в атмосфері, ґрунті, воді) викликає занепокоєння через його токсичні властивості. Органами-мішенями за надмірного надходження алюмінію в організм є центральна нервова система, кістки, нирки та ін. Механізм, за допомогою якого алюміній індукує зміни в кістковій тканині, остаточно не розшифрований і, на думку авторів, може спрацьовувати не тільки завдяки його антагоністичній дії щодо кальцію, а й також опосередковано – через патологічні зміни у травному тракті та внаслідок гальмування всмоктування есенціальних речовин, які необхідні для ремоделювання кісткової тканини.

**Мета роботи** – експериментальне дослідження впливу тривалої інтоксикації хлоридом алюмінію на стан слизових оболонок травного тракту і кісткової тканини щурів.

**Матеріали та методи.** Експеримент проведено на 16 самцях білих щурів масою 239–268 г, розділених на групи: 1 група – інтактні тварини (n=8); 2 група – введення 0,5 мл 12 % розчину  $AlCl_3 \times 6H_2O$  (80 мг Al/кг) (n=8). На 60-ту добу дослідження щурів виводили з експерименту, відбирали кров, виділяли нижні щелепи та слизові оболонки ротової порожнини, шлунку, тонкої й товстої кишки. У слизових оболонках травного тракту щурів визначали активність кислотої фосфатази, еластази, уреаз, каталази та вміст малонового діальдегіду, у щелепах – атрофію альвеолярного відростка, вміст алюмінію, кальцію та біохімічні показники ремоделювання кісткової тканини (активність еластази, кислотої та лужної фосфатази), у сироватці крові – «печінкові» маркери та вміст кальцію.

**Основні результати дослідження.** Тривала інтоксикація хлоридом алюмінію викликала у слизових оболонках травного тракту щурів підвищення активності еластази, кислотої фосфатази й уреаз, зменшення активності каталази на тлі підвищення рівня малонового діальдегіду. Найбільш значні патологічні зміни зареєстровано у слизових оболонках тонкої та товстої кишок. Введення хлориду алюмінію шурам на протязі двох місяців викликало гепатотоксичний ефект: підвищення активності амінотрансаминаз, вмісту білірубину та холестерину у сироватці крові тварин. Встановлено посилення атрофії альвеолярного відростка нижніх щелеп щурів, яким моделювали інтоксикацію алюмінієм, накопичення алюмінію в кістковій тканині й одночасне зниження рівня кальцію, а також підвищення активності кислотої фосфатази на тлі зниження активності еластази і лужної фосфатази. Надзвичайно широкий спектр токсичної дії алюмінію на організм потребує розробки ефективних підходів до профілактики інтоксикації.

*Ключові слова:* щури, алюміній, травний тракт, порушення, остеодистрофія



На сьогодні доведено, що один із найпоширеніших металів земної кори – алюміній – токсично впливає на людину і тварин [5, 6]. Зростаючий рівень вмісту алюмінію в навколишньому середовищі (в атмосфері, ґрунті, воді) викликає занепокоєння. У природні води цей елемент потрапляє шляхом розчинення глин і алюмосилікатів, а також унаслідок шкідливих викидів окремих виробництв (електротехнічна, авіаційна, хімічна та нафтопереробна промисловість, машинобудування, будівництво, оптика, ракетна й атомна техніка) з атмосферними опадами або стічними водами [8, 11].

Широкий спектр контактів з алюмінієм у сучасності призводить до його накопичення у тканинах людини та прояву токсичної дії. Органами-мішенями за надмірних концентрацій алюмінію в організмі є центральна нервова система, кістки, легені, нирки, кістковий мозок, яєчники та ін. Достатньо виражені та різноманітні біохімічні прояви інтоксикації алюмінієм [9, 12]. Токсичність алюмінію багато в чому пов'язана з його антагонізмом щодо кальцію, магнію, фосфору, цинку та міді, а також зі здатністю утворювати сполуки з білками, накопичуватися в нирках [12], кістковій [7, 10, 14] і нервовій тканинах [6, 11]. У травному тракті виявлено різні алюмінієві депо, на які суттєво впливають зміни рН у просвіті кишків, що забезпечує можливість його абсорбції, накопичення у тканинах або слизових оболонках і виведення з калом [9].

Аналіз сучасної літератури показав, що механізм, за допомогою якого алюміній індукує зміни в кістковій тканині, остаточно не розшифрований. Зроблено припущення, що розвиток остеодистрофії під впливом інтоксикації алюмінієм може здійснюватися не тільки завдяки антагоністичній дії алюмінію щодо головного мінералу кісткової тканини кальцію [10], а й також опосередковано – через патологічні зміни у травному тракті й через гальмування всмоктування есенціальних речовин, які необхідні для ремоделювання кісткової тканини [9].

Тому метою роботи стало експериментальне дослідження впливу тривалої інтоксикації хлоридом алюмінію на стан слизових оболонок травного тракту та кісткової тканини щурів.

#### Матеріали та методи

Дослідження проведено на базі кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти Одеського національного університету імені І. І. Мечникова у 2022 р. згідно з правилами утримання експериментальних тварин, встановленими Директивою Європейського парламенту та Ради (2010/63/EU) і наказом Міністерства освіти й науки, молоді та спорту України від 01.03.2012 р. № 249 [2, 4].

Експеримент проведено на 16 самцях білих щурів масою від 239 до 268 г, розділених на групи: 1 група – інтактні тварини (n=8); 2 група – введення водного розчину  $AlCl_3$  (n=8). З метою інтоксикації хлоридом алюмінію щурам 2-ї групи перорально вводили 0,5 мл 12 % розчину  $AlCl_3 \times 6H_2O$  (80 мг Al/кг) протягом двох місяців [9, 12].

На 60-ту добу дослідження щурів виводили з експерименту під тіопенталовим наркозом (40 мг/кг) шляхом кровопускання зі серця. Відбирали кров, виділяли альвеолярну кістку нижньої щелепи, а також слизові оболонки ротової порожнини, шлунку, тонкої та товстої кишки.

У сироватці крові проводили визначення «печінкових» маркерів (активності аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази, лужної фосфатази, вміст білірубину), а також вміст кальцію та холестерину [4]. Визначення активності амінотрансфераз проводили динітрофенілгідразиновим методом. Активність лужної фосфатази визначали по гідролізу субстрату п-нітрофенілфосфату за рН 10,5 методом Бессея-Лоурі-Брока.

Вміст білірубину – за принципом взаємодії з діазотированою сульфаніловою кислотою з утворенням забарвленої діазосполуки. Вміст кальцію – за допомогою арсеназного реагента, який утворює з іонами кальцію забарвлений комплекс. Вміст холестерину – ферментативним методом з холестеролоксидазою та реакцією з 4-амінофеназоном і фенолом з утворенням забарвленої сполуки червоного кольору [4].

У гомогенатах слизових оболонок травного тракту (50 мг тканини на 1 мл 0,05 М трис-НСІ буфера рН 7,5) визначали активність кислої фосфатази, еластази, каталази, уреаз та вміст малонового діальдегіду. Активність кислої фосфатази визначали за інтенсивністю забарвлення гомогенату внаслідок гідролізу субстрату *p*-нітрофенілфосфату за рН 4,8 методом Бессея-Лоурі-Брока. Визначення активності еластази у гомогенатах ґрунтується на здатності еластази здійснювати гідроліз субстрату *N*-*t*-BOC-*L*-alanine-*p*-nitrophenyl ester. Активність каталази визначали за допомогою методу, заснованого на здатності перекису водню, що не прореагував із каталазою, з'єднуватися зі солями молібдену у стійкий помаранчевий комплекс. Визначення активності уреаз засноване на її здатності розщеплювати сечовину до аміаку, який із реактивом Неслера дає жовте забарвлення. Вміст малонового діальдегіду визначали за реакцією з 2-тіобарбітуровою кислотою, що утворює пофарбований триметильовий комплекс [4].

Стан кісткової тканини оцінювали за ступенем атрофії альвеолярного відростка щелеп тварин. У гомогенатах кісткової тканин щелеп (75 мг тканини на 1 мл 0,1 М цитратного буфера рН=6,1) визначали активність еластази, лужної та кислої фосфатаз, а також вміст кальцію [3]. Визначення алюмінію проводили шляхом атомно-абсорбційного спектрального аналізу з використанням атомно-абсорбційного спектрометра [13].

Статистичну обробку результатів проводили за загальноприйнятою методикою Стьюдента [2]. Обчислювали такі статистичні показники: середнє арифметичне, квадратичну похибку одиничного виміру, похибку середнього арифметичного, показник вірогідності відмінностей *t* і критерій вірогідності *P* за таблицями. Розрахунки вважали вірогідними за  $P < 0,05$ . Результати на рисунках представляли як  $M \pm m$ .

#### Результати і їхнє обговорення

На рис. 1 представлено зміни активності кислої фосфатази у слизових оболонках шлунково-кишкового тракту тварин, які перебували в умовах інтоксикації хлоридом алюмінію протягом двох місяців. Кисла фосфатаза належить до медіаторів запалення, міститься у лізосомах, а її активність підвищується після порушення цілісності мембран лізосом, що є одним із проявів запального процесу [1]. Як бачимо на рис. 1, у слизовій оболонці порожнини рота щурів, які тривало отримували хлористий алюміній, зареєстровано збільшення активності кислої фосфатази на 33,3 % ( $P < 0,001$ ). Тривала інтоксикація викликала також підвищення цього маркера запалення у слизовій оболонці шлунку – на 31,8 % ( $P < 0,001$ ), тонкої кишки – на 35,4 % ( $P < 0,001$ ) та більш суттєво в останньому відділі травного тракту товстої кишки – на 68,1 % ( $P < 0,001$ ). Результати досліджень на рис. 1 демонструють пошкодження мембранних структур, порушення проникності їх для іонів у травному тракті тварин, яким моделювали стан інтоксикації хлоридом алюмінію.

Еластаза – протеолітичний фермент нейтрофільного походження, що пошкоджує білкові структури, тому вважається опосередкованим показником запалення [16]. Підвищення її активності у слизових оболонках шлунково-кишкового тракту є наслідком розвитку запалення та пошкодження клітин [16]. Як показано на рис. 2, в умовах інтоксикації значення цього маркера зросло у слизовій оболонці порожнини рота на 38,0 % ( $P < 0,001$ ),

у шлунку – на 14,9 % ( $P<0,01$ ), у тонкій кишці – на 20,4 % ( $P<0,001$ ) і у товстій кишці – на 29,4 % ( $P>0,05$ ; рис. 2). Таким чином, результати, наведені на рис. 1 і 2, свідчать про суттєвий розвиток запалення у слизових оболонках травного тракту щурів, які перебували в умовах інтоксикації хлоридом алюмінію протягом двох місяців.

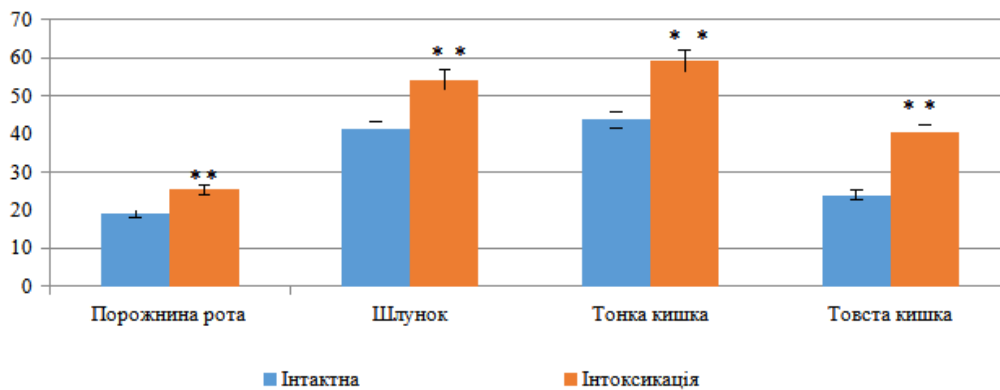


Рис. 1. Активність кислої фосфатази у гомогенатах слизових оболонок травного тракту щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації, мкат/кг; \* –  $P<0,01$ , \*\* –  $P<0,001$  – достовірність відмінностей щодо значень групи «інтактна»

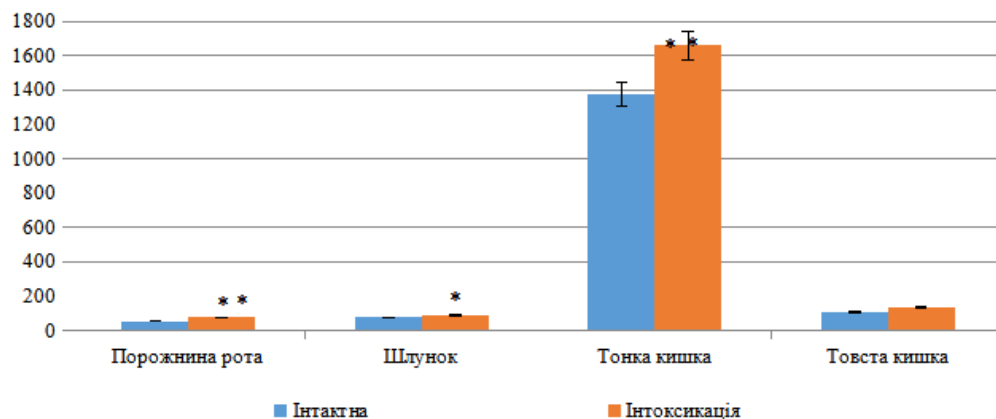


Рис. 2. Активність еластази у гомогенатах слизових оболонок травного тракту щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації, мкат/кг; \* –  $P<0,01$ , \*\* –  $P<0,001$  – достовірність відмінностей щодо значень групи «інтактна»

На тлі запальних процесів у шлунково-кишковому тракті щурів, які підлягали алюмінієвій інтоксикації, встановлено підвищення активності уреаз – ферменту, який продукують умовно-патогенні бактерії. Результати аналізу цього показника представлено на рис. 3. Активність уреаз підвищилась у слизових оболонках тварин, які приймали алюміній хлорид: у порожнині рота на 53,6 % ( $P<0,01$ ), у шлунку незначно – на 4,6 % ( $P>0,05$ ) та більш виражено у тонкій кишці – на 67,4 % ( $P<0,001$ ) і товстій кишці – на 66,4 % ( $P<0,001$ ; рис. 3). Дані рис. 3 свідчать про посилену контамінацію умовно-патогенними бактеріями у слизових оболонках шлунково-кишкового тракту щурів, які перебували в умовах тривалої алюмінієвої інтоксикації.

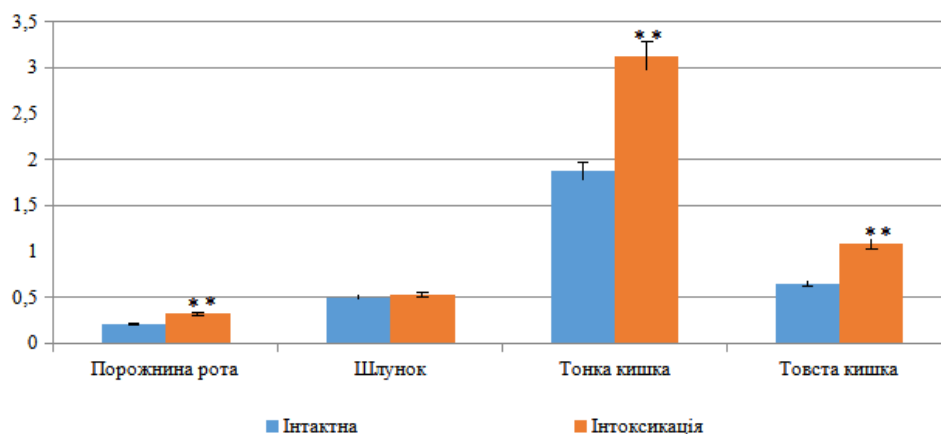


Рис. 3. Активність уреазу у гомогенатах слизових оболонок травного тракту щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації, мкат/кг; \* –  $P < 0,01$ , \*\* –  $P < 0,001$  – достовірність відмінностей по відношенню до значень групи «інтактна»

На рис. 4 видно, що за інтоксикації алюмінієм активність каталази знизилась у слизовій оболонці порожнини рота щурів на 20,4 % ( $P < 0,001$ ), у шлунку – на 22,7 % ( $P < 0,001$ ), у тонкій кишці – на 35,5 % ( $P < 0,001$ ) і у товстій кишці – на 19,9 % ( $P < 0,001$ ; рис. 4). Оскільки каталаза є одним із ферментів антиоксидантної системи, то отримані результати можуть свідчити про пригнічення антиоксидантного захисту слизових оболонок тварин.

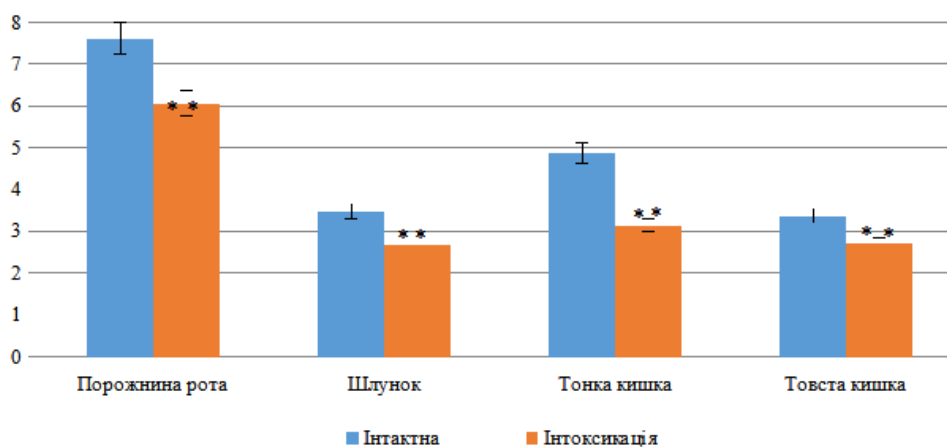


Рис. 4. Активність каталази у гомогенатах слизових оболонок травного тракту щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації, мкат/кг; \* –  $P < 0,01$ , \*\* –  $P < 0,001$  – достовірність відмінностей щодо значень групи «інтактна»

У щурів на тлі інтоксикації хлористим алюмінієм рівень малонового діальдегіду (МДА) зріс на 53,9 % у порожнині рота тварин ( $P < 0,01$ ), на 41,9 % – у шлунку ( $P < 0,01$ ), на 45,1 % – у тонкій кишці ( $P < 0,001$ ) і на 46,2 % – у товстій кишці ( $P < 0,001$ ; рис. 5). Зареєстроване підвищення вмісту МДА свідчить про активацію перекисного окиснення ліпідів, що може бути наслідком зниження активності антиоксидантної системи у слизових оболонках травного тракту щурів за інтоксикації алюмінієм.

Підводячи підсумки біохімічного аналізу слизових оболонок травного тракту щурів, яким моделювали стан інтоксикації хлоридом алюмінію, треба констатувати, що всі відділи травного тракту зазнали негативного впливу: зареєстровано виражене запалення, ріст і розмноження умовно-патогенної мікробіоти, пригнічення антиоксидантного захисту, інтенсифікацію перекисного окиснення ліпідів. Найбільш суттєвий розвиток запалення та збільшення контамінації умовно-патогенними бактеріями встановлено у слизовій оболонці товстої кишки, зниження антиоксидантного захисту – в тонкій кишці та приблизно однакове підвищення вмісту МДА у всіх відділах травного тракту.

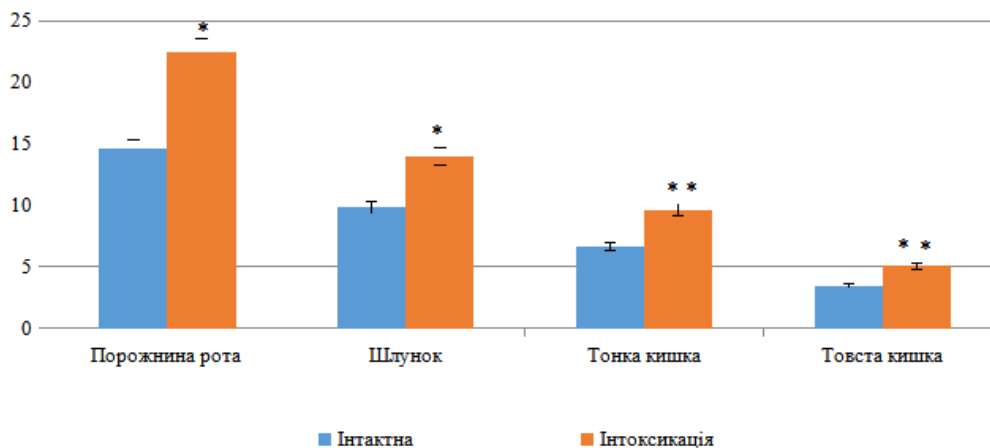


Рис. 5. Вміст МДА у гомогенатах слизових оболонок травного тракту щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації, ммоль/кг; \* –  $P < 0,01$ , \*\* –  $P < 0,001$  – достовірність відмінностей щодо значень групи «інтактна»

Далі розглянемо, як інтоксикація хлоридом алюмінію вплинула на деякі показники функціональної активності печінки у сироватці крові щурів (табл. 1). Це, насамперед, амінотрансферази. Алюмінієва інтоксикація сприяла підвищенню обох амінотрансфераз у сироватці крові тварин, а саме: активність АлАТ збільшилася на 23,3 % ( $P < 0,001$ ), а АсАт – на 28,1 % ( $P < 0,001$ ), що свідчить про загибель і руйнування гепатоцитів в умовах тривалої інтоксикації хлоридом алюмінію. Крім того, у сироватці крові щурів, які перебували в умовах інтоксикації, зафіксували збільшений вміст білірубину на 39,0 % ( $P < 0,001$ ) та холестерину на 58,1 % ( $P < 0,001$ ). Отримані дані підтверджують порушення функціонування печінки, а саме її участь у холестериновому і білірубіновому обміні в умовах алюмінієвої інтоксикації.

Зниження вмісту кальцію на 14,1 % ( $P < 0,01$ ) у крові тварин після інтоксикації є дуже суттєвим відхиленням, адже рівень кальцію у крові є досить постійною гормонозалежною константою і вказує на серйозне порушення мінерального обміну (табл. 1).

Таблиця 1

Біохімічні показники сироватки крові щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації

Групи	Активність АлАТ, мк-кат/л	Активність АсАт, мк-кат/л	Вміст кальцію, ммоль/л	Вміст білірубину, мкмоль/л	Вміст холестерину, ммоль/л
Інтактна	0,635±0,026	0,424±0,013	2,27±0,04	1,77±0,06	0,925±0,04
Інтоксикація	0,783±0,013	0,543±0,014	1,95±0,07	2,46±0,05	1,462±0,04
AlCl <sub>3</sub>	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,01$	$P < 0,001$	$P < 0,001$

Примітка: P – достовірність відмінностей щодо значень групи «інтактна»

Наші припущення про порушення процесів ремоделювання кісткової тканини у щурів в умовах інтоксикації хлоридом алюмінію було підтверджено біохімічним аналізом профілів мінералізації кісткової тканини альвеолярного відростка тварин. Результати цього дослідження наведено в табл. 2.

Тривала інтоксикація хлоридом алюмінію призвела до збільшення атрофії альвеолярного відростка нижньої щелепи щурів на 17,1 % ( $P < 0,01$ ), що свідчить про активацію резорбційних процесів у кістковій тканині щелеп тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні показники альвеолярного відростка щурів в умовах алюмінієвої інтоксикації

Групи	Атрофія альвеоляр. відростка, %	Вміст кальцію, мг/г	Вміст алюмінію, мг/г	Активність кислої фосфатази, мк-кат/кг	Активність еластази, мк-кат/кг	Активність лужної фосфатази, мк-кат/кг
Інтактна	37,4±1,6	6,62±0,16	1,15±0,03	4,78±0,24	16,86±0,58	46,64±3,51
Інтоксикація $AlCl_3$	43,8±0,8	5,78±0,08	2,85±0,06	8,42±0,37	21,86±0,86	29,46±2,10
	$P < 0,01$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$P < 0,001$

**Примітка:**  $P$  – достовірність відмінностей щодо значень групи «інтактна»

На кожному етапі мінералізації остеїди під час ремоделювання кісткової тканини наявність іонів кальцію є критичною. Введення щурам хлориду алюмінію протягом 60 днів викликало зниження вмісту кальцію в кістковій тканині щелеп щурів на 12,7 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольною групою. Вочевидь, препарат, що містить алюміній, має згубний ефект як етіологічний фактор захворювання кісток. Одночасно зі зниженням вмісту головного мінерального компонента кісткової тканини кальцію у щелепах тварин алюмінієва інтоксикація викликала значне накопичення алюмінію, вміст якого зріс у 2,5 рази ( $P < 0,001$ ).

Аналіз кісткової тканини встановив підвищення активності кислої фосфатази на 76,2 % ( $P < 0,001$ ) у щелепах тварин під впливом алюмінію. Це свідчить про підвищення функціональної активності остеокластів і про руйнування гідроксіапатиту у щелепній кістці тварин. Визначено також характер змін активності еластази у кістковій тканині щелеп тварин і встановлено, що тривала інтоксикація хлористим алюмінієм сприяла підвищенню активності цього ферменту на 29,8 % ( $P < 0,001$ ). Характер зміни активності кісткової еластази може відображати широкий спектр ферментних дій, що є наслідком індукованого токсикозу, насамперед індукції процесів розщеплення колагену кісткової тканини шляхом активації низки інших протеїназ в остеїді. Біохімічне визначення активності кісткових ферментів, які беруть участь у ремоделюванні кісткової тканини, підтвердило інтенсифікацію резорбційних процесів у альвеолярній кістці щелеп тварин, які зазнали інтоксикації хлоридом алюмінію. У поєднанні встановлені зміни ферментативної активності кислої фосфатази й еластази вказують на підвищений ступінь резорбційних процесів у щелепах щурів на тлі інтоксикації алюмінієм, що і пояснює збільшення атрофії альвеолярного відростка у цих тварин.

Мінералізація кісткової тканини виникає за допомогою лужної фосфатази в результаті утворення центрів кальцифікації в остеїді, які вивільняють кальцію фосфат остеобластами й утворюють депо в остеїді. У цих осередках кальцієвого депо активність лужної фосфатази дуже висока, завдяки чому здійснюється гідроліз кислих ортофосфатних ефірів і утворюється фосфатний осад з іонами кальцію. Результати аналізу активності кісткової лужної фосфатази як ферменту утворення неорганічних фосфатів показують пригнічення її активності більш ніж на 36,8 % ( $P < 0,001$ ) у кістковій тканині альвеолярного відростка групи щурів, що отримували хлористий алюміній.

Наше дослідження встановило негативний вплив алюмінію хлориду в зазначеній дозі на стан кісткової тканини щелеп лабораторних щурів, а саме: значне посилення атрофії альвеолярного відростка нижніх щелеп, накопичення алюмінію й одночасне зниження рівня кальцію у нижніх щелепах. Резорбція альвеолярного відростка щелеп тварин здійснювалася завдяки порушенням ремоделювання кісткової тканини – підвищенням маркерів резорбції (активності кислої фосфатази й еластази) на тлі зниження процесів кісткоутворення (активності лужної фосфатази) в альвеолярному відростку щелеп.

Побутує думка, що порушення ремоделювання кісткової тканини за інтоксикації алюмінієм запускає накопичення цього елемента в кістках завдяки його антагонізму з кальцієм. Накопичення алюмінію в кістковій тканині залежить від остеобластів у періості – передній зоні мінералізації поверхні кістки, де клітини депонують новоутворений колаген типу I. Перевантаження алюмінієм, як правило, корелює зі зв'язуванням фосфатних груп гідроксіапатиту в кальцинованому кістковому матриксі [10, 14].

Значний внесок у розвиток остеодистрофії може вносити запалення, явища дисбіозу і порушення в антиоксидантно-прооксидантній системі у слизових оболонках травного тракту, що доведено нашим дослідженням. Встановлені патологічні зміни неминуче ведуть до погіршення всмоктування кальцію, амінокислот, інших важливих есенціальних компонентів, необхідних для нормального процесу ремоделювання кісткової тканини. Низький вміст кальцію у крові в умовах інтоксикації алюмінієм може опосередковано підтверджувати зниження його всмоктування, наслідком чого також може бути посилена резорбція кісток і низький рівень кальцію у кістковій тканині. Для з'ясування цього припущення автори планують проводити додаткові дослідження. Крім того, надзвичайно широкий спектр токсичної дії алюмінію на організм потребує розробки ефективних підходів до профілактики інтоксикації.

У слизових оболонках травного тракту щурів в умовах тривалої алюмінієвої інтоксикації визначено підвищення активності еластази, уреази, кислої та лужної фосфатази, пригнічення активності каталази і збільшення вмісту малонового діальдегіду. Найбільш суттєві зміни зареєстровано у слизових оболонках тонкої та товстої кишок.

Тривале введення хлориду алюмінію щурам викликало гепатотоксичний ефект, а саме: підвищення активності амінотрансаминаз, вмісту білірубину та холестерину в сироватці крові тварин.

Встановлено посилення атрофії альвеолярного відростка нижніх щелеп, накопичення алюмінію й одночасне зниження рівня кальцію, а також підвищення маркерів резорбції (активності кислої фосфатази й еластази) на тлі зниження процесів кісткоутворення (активності лужної фосфатази) у кістковій тканині альвеолярного відростка щелеп тварин, яких піддавали впливу токсичних доз алюмінію.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Атаман О. В.* Патологічна фізіологія в запитаннях і відповідях. Вид. 4-ге. Вінниця: Нова Книга, 2010. 119 с.
2. *Бахрушин В. С.* Методи аналізу даних: навч. посіб. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2011. С. 55–57.
3. *Канунникова Н. П., Семенович Д. С., Гуринович В. А.* и др. Нейрохимические эффекты модуляции системы CoA при алюминиевом нейротоксикозе // Биохимия и молекулярная биология. Механизмы регуляции процессов жизнедеятельности в норме и патологии: сб. науч. тр. Минск: ИВЦ Минфина, 2019. Вып. 3. С. 95–97.

4. Макаренко О. А., Хромагіна Л. М., Ходаков І. В. та ін. Методи дослідження стану кишечника та кісток у лабораторних шурів: довідник. Одеса: Видавець С. Л. Назарчук, 2022. 81 с.
5. Наказ України «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах» / Міністерство освіти і науки України. 2012. № 249. Київ, 2012.
6. Al-Hazmi M. A., Rawi S. M., Hamza R. Z. Biochemical, histological, and neuro-physiological effects of long-term aluminum chloride exposure in rats // *Metabolic Brain Disease*. 2021. Vol. 36. P. 429–436.
7. Frank M., Reisinger A. G., Pahr D. H., Thurner P. J. Effects of osteoporosis on bone morphometry and material properties of individual human trabeculae in the femoral head // *JBMR Plus (digital scientific journal)*. 2021. Vol. 5. N 6. <https://doi.org/10.1002/jbm4.1053>
8. Guillard O., Fauconneau B., Favreau F. et al. An analytical procedure for the determination of aluminum used in antiperspirants on human skin in Franz<sup>TM</sup> diffusion cell // *Toxicol. Mech. Methods*. 2022. Vol. 22. N 3. P. 205210. <https://doi.org/10.3109/15376516.2011.610386>.
9. Hartung T. Comparative analysis of the revised Directive 2010/63/EU for the protection of laboratory animals with its predecessor 86/609/EEC - a t4 report // *ALTEX*. 2010. Vol. 27. N 4. P. 285–303.
10. Igbokwe I. O., Igbokwe E., Igbokwe N. A. Aluminium toxicosis: a review of toxic actions and effects // *Interdisciplinary Toxicology*. 2019. Vol. 12. N 2. P. 4570. <https://doi.org/10.2478/intox-2019-0007>.
11. Klein G. L. Aluminum toxicity to bone: A multisystem effect // *Osteoporosis and Sarcopenia*. 2019. Vol. 5 (1). P. 2–5.
12. Liaquat L., Sadir S., Batoool Z. et al. Acute aluminum chloride toxicity revisited: study on DNA damage and histopathological, biochemical and neurochemical alterations in rat brain // *Life Sci*. 2019. Vol. 217. P. 202211. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.12.009>
13. Rahimzadeh M. R., Kazemi S. The effect of aluminium chlorhyd rate // *National Library of Medicine*. 2022. Vol. 10. P. 528–530.
14. Smeyers-Verbeke J., Verbeelen D. Determination of aluminum in bone by atomic absorption spectroscopy // *Clin. Chem*. 1985. Vol. 31. N 7. P. 11721174. <https://doi.org/10.1093/clinchem/31.7.1172>
15. Yang X., Yu K., Wang H. et al. Bone impairment caused AlCl<sub>3</sub> is associated with activation of JNK apoptotic pathway mediated by oxidative stress // *Food Chem. Toxicol*. 2018. Vol. 116. P. 307314.
16. Zeng W., Song Y., Wang R. et al. Neutrophil elastase: From mechanisms to therapeutic potential // *J. Pharm. Anal*. 2023. Vol. 13 (4). P. 355–366. doi: 10.1016/j.jpha.2022.12.003.

Стаття надійшла до редакції 20.06.23

доопрацьована 26.06.23

прийнята до друку 30.06.23



**OSTEODYSTROPHY IN THE CONDITIONS  
OF EXPERIMENTAL ALUMINUM INTOXICATION AS A RESULT  
OF VIOLATION IN THE DIGESTIVE TRACT OF RATS**

**B. Galkin<sup>1</sup>, N. Kyrylenko<sup>1</sup>, L. Khromagina<sup>2</sup>, M. Kara<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Odesa I. I. Mechnikov National University  
2, Dvoryanska St., Odesa 65082, Ukraine  
e-mail: bgalkin@ukr.net; kiril-ko@ukr.net*

<sup>2</sup>*State establishment "The Institute of Stomatology and Maxillo-Facial Surgery"  
NAMS of Ukraine  
11, Richelievska St., Odesa 65026, Ukraine  
e-mail: flavan.ua@gmail.com*

**Relevance.** The growing level of aluminum content in the environment: in the atmosphere, soil, water causes concern due to its toxic properties. The central nervous system, bones, kidneys and other are the target-organs for excessive intake of aluminum in the body. The mechanism by which aluminum induces changes in bone tissue has not been fully deciphered and, according to the authors, can be carried out not only due to its antagonistic action in relation to calcium, but also indirectly – due to pathological changes in the digestive tract and inhibition of the absorption of essential substances, which are necessary for bone tissue remodeling.

**The aim** of the work is an experimental study of the effect of long-term intoxication with aluminum chloride on the condition of the mucous membranes of the digestive tract and bone tissue of rats.

**Materials and methods.** The experiment was conducted on 16 male white rats weighing 239–268 g, which were divided into groups: group 1 – intact animals (n=8); group 2 – injection of 0.5 ml of 12 %  $AlCl_3 \times 6H_2O$  solution (80 mg Al/kg) (n=8). On the 60th day of the study, the rats were removed from the experiment, blood serum was collected, the mandible and mucous membranes of the oral cavity, stomach, small and large intestine were isolated. In the mucous membranes of the digestive tract of rats, the activity of acid phosphatase, elastase, urease, catalase and the content of malonic dialdehyde were determined, in the mandibles – atrophy of the alveolar process, the content of aluminum, calcium and biochemical indexes of bone tissue remodeling (activity of elastase, acid and alkaline phosphatase), in blood serum – «liver» markers and calcium content.

**Results and conclusions.** Long-term intoxication with aluminum chloride caused increase the activity of elastase, acid phosphatase, urease and decrease the activity of catalase in the mucous membranes of the digestive tract of rats against the background of increase the level of malonic dialdehyde. The most significant pathological changes were registered in the mucous membranes of the small and large intestines. Enter of aluminum chloride to rats for two months caused a hepatotoxic effect: increased the activity of aminotransaminases, the content of bilirubin and cholesterol in the blood serum of animals. Increased atrophy of the alveolar process of the mandibles of rats simulated aluminum intoxication, accumulation of aluminum in bone tissue and simultaneous decreased calcium level, and increased activity of acid phosphatase against the background of decreased activity of elastase and alkaline phosphatase were established. The extremely wide range of toxic effects of aluminum on the body requires the development of effective approaches to the prevention of intoxication.

*Keywords:* rats, aluminum, digestive tract, violation, osteodystrophy

## ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ АЦИНАРНИХ КЛІТИН ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ТА РІВЕНЬ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦІАЛУ МІТОХОНДРІЙ ЗА ДІЇ ЖОВЧЕВОЇ КИСЛОТИ TLC-S

**Б. В. Манько**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: bohdan.manko.ablb@lnu.edu.ua*

Для з'ясування механізму дії жовчевої кислоти TLC-S досліджено виживаність ацинарних клітин підшлункової залози і рівень мембранного потенціалу мітохондрій за використання різних субстратів окиснення. Досліди проводили на щурах-самцях лінії Вістар масою 250–300 г. Суспензію ізольованих ацинарних клітин підшлункової залози отримували за допомогою колагенази (тип IV, 0,2 мг/мл). Частка живих клітин після ізольовання становила > 90 %, що було оцінено за допомогою тесту з трипановим синім. Виживаність ацинарних клітин після тривалої інкубації у різних середовищах визначали за допомогою флуоресцентних барвників пропідій йодиду (0,5 мг/мл) та Hoechst 33258 (5 мг/мл). Мембранний потенціал мітохондрій реєстрували за додавання барвника TMRM (50 нмоль/л). Фотографували клітини інвертованим мікроскопом Olympus IX73 з цифровою камерою DP-74. Підрахунок забарвлених клітин і визначення інтенсивності флуоресценції TMRM здійснювали з використанням програмного забезпечення ImageJ. Встановлено, що наявність у середовищі TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л за використання як субстрату окиснення глюкози (10 ммоль/л), пірувату (2 ммоль/л) чи аланіну (2 ммоль/л) суттєво не впливало на частку живих клітин після 2 і 4 год інкубування. Коли ж до середовища додавали TLC-S у концентрації 2 ммоль/л, частка живих клітин значно зменшувалася. Це зменшення було найменшим за окиснення пірувату. За дії TLC-S (25 хв) у присутності лише глюкози мембранний потенціал мітохондрій зменшився на 9,8 % ( $P < 0,05$ ,  $n = 3$ ), у присутності аланіну (на тлі глюкози) – на 23,5 % ( $P < 0,05$ ,  $n = 4$ ). Коли ж до середовища додавали піруват (на тлі глюкози), мембранний потенціал мітохондрій під впливом TLC-S вірогідно не змінювався. Наведені результати дають змогу припустити про наявність кількох різних механізмів негативної дії TLC-S на ацинарні клітини підшлункової залози: за низьких концентрацій (або на початкових етапах дії) в її основі лежить порушення реакції трансамінування аланіну, що призводить до порушення генерації мембранного потенціалу мітохондрій, а за високих – порушення цілісності плазматичної і/чи внутрішньоклітинних мембран.

*Ключові слова:* жовчева кислота TLC-S (сульфат тауролітохолевої кислоти), піруват, аланін, ацинарні клітини підшлункової залози, виживаність, мембранний потенціал мітохондрій

Найпоширенішою формою гострого панкреатиту є біліарний панкреатит. Він виникає внаслідок того, що жовчне каміння закупорює сфінктер Одді та призводить до біліарно-панкреатичного рефлюксу [1].

Одним із чинників, який активує патологічні процеси в ацинарних клітинах підшлункової залози, що призводить до розвитку апоптозу чи некрозу, є, очевидно, жовчеві кислоти. Встановлено, що жовчева кислота TLC-S (tauroolithocholic acid 3-sulfate, сульфат тауролітохолевої кислоти) вже у концентрації 25 мкмоль/л (за 10 ммоль/л глюкози у позаклітинному середовищі) спричиняє деполаризацію внутрішньої мембрани

мітохондрій у значної частини ацинарних клітин підшлункової залози [2]. У концентрації 0,2 ммоль/л TLC-S активує генерацію глобальних кальцієвих хвиль, а також локальні кальцієві сигнали, які локалізовані в ділянці секреторних гранул (в апікальній частині) ацинарних клітин [3]. Це супроводжується зниженням мітохондріального і цитозольного рівня АТФ (за 10 ммоль/л глюкози і 2 ммоль/л пірувату у позаклітинному розчині) [4], що негативно впливає на ацинарні клітини. Іншими дослідниками показано, що TLC-S індукує тривале підвищення концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  у цитозолі й матриці мітохондрій, що призводить до дозозалежного збільшення процесів перекисного окиснення ліпідів, погіршення продукції АТФ, індукує апоптоз і некроз [5].

Точний механізм порушення функціонування мітохондрій ацинарних клітин підшлункової залози за дії жовчєвих кислот ще не встановлений. Мітохондрії можуть використовувати різні субстрати окиснення, частина мітохондріальних ензимів є  $\text{Ca}^{2+}$ -чутливими, а частина – ні, рівень продуктів перекисного окиснення ліпідів залежить від функціонування різних комплексів електрон-транспортного ланцюга. Те, що ефекти жовчєвих кислот залежать від субстратів окиснення, постулюється на підставі дослідження залежності рівня некрозу й АТФ в ацинарних клітинах від наявності у середовищі пірувату (10 ммоль/л) та галактози (10 ммоль/л) [6]. Але як змінюється мембранний потенціал мітохондрій ацинарних клітин підшлункової залози під впливом жовчєвих кислот за окиснення різних субстратів, залишається недослідженим.

Відтак, є необхідність протестувати вплив жовчєвих кислот на виживання ацинарних клітин підшлункової залози і рівень мембранного потенціалу мітохондрій за використання різних субстратів окиснення.

#### Матеріали та методи

Досліди проводили на щурах-самцях лінії Вістар масою 250–300 г. Тварин утримували за постійної кімнатної температури, з 12-годинним циклом освітлення, з вільним доступом до води та стандартного харчування (D-Mix, Україна). Усі процедури здійснювали згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (Рада Європи № 123, Страсбург 1986). Експериментальні протоколи були затверджені комісією з питань догляду та використання тварин Львівського національного університету імені Івана Франка.

Суспензію ізольованих ацинарних клітин підшлункової залози отримували за допомогою колагенази (тип IV, 0,2 мг/мл) [7]. Основний позаклітинний розчин містив (ммоль/л): NaCl – 140,0, KCl – 4,7,  $\text{CaCl}_2$  – 1,3,  $\text{MgCl}_2$  – 1,0, HEPES – 10,0, глутамін – 2,0, натрію піруват – 2,0, глюкоза – 10,0; BSA – 2,5 мг/мл, соєвий інгібітор трипсину – 0,1 мг/мл і добавку основних амінокислот MEM; pH 7,4. Усі реактиви були виробництва Sigma-Aldrich, якщо не зазначено інше. Клітини підраховували за допомогою гемоцитометра. Життєздатність клітин після ізолювання становила > 90 %, що було оцінено за допомогою тесту з трипановим синім.

Для дослідження виживаності ізольованих ацинарних клітин підшлункової залози спочатку їх преінкубували 30 хв у відповідному середовищі. У контролі базове середовище інкубації містило (ммоль/л): NaCl – 140,0, KCl – 4,7,  $\text{CaCl}_2$  – 1,3,  $\text{MgCl}_2$  – 1,0, HEPES – 10,0, глюкоза – 10,0; BSA – 2,5 мг/мл, соєвий інгібітор трипсину – 0,1 мг/мл. У частині випадків до базового середовища інкубації додавали піруват (2,0 ммоль/л) або аланін (2,0 ммоль/л). Після преінкубації до трьох середовищ (базового, піруватвмісного й аланінвмісного) додавали TLC-S у концентрації 0,5 або 2 ммоль/л і продовжували інкубацію усіх контрольних та дослідних зразків 2 або 4 год за температури 37 °C.

Вживаність ацинарних клітин після інкубації у різних середовищах визначали за допомогою інвертованого мікроскопа Olympus IX73 і цифрової камери DP-74 з використанням флуоресцентних барвників пропідій йодиду (0,5 мг/мл) та Hoechst 33258 (5 мг/мл, довжина хвилі збудження 340–390 нм, емісії > 420 нм). Популяцію клітин розділяли на дві групи: а) живі клітини – з низьким рівнем блакитної флуоресценції і незафарбованими ядрами; б) нежиттєздатні клітини – з високим рівнем блакитної флуоресценції (характерно для апоптозу) або низьким рівнем блакитної флуоресценції з яскраво-червоними ядрами (характерними для некрозу).

Мембранний потенціал мітохондрій реєстрували за додавання барвника тетраметилродамінметилестеру (TMRM) у концентрації 50 нмоль/л. Для цього ізольовані ацинарні клітини спочатку преінкубували 30 хв у базовому, піруватвмісному або аланінвмісному середовищі. Після преінкубації до дослідних зразків додавали TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л та інкубували ще 25 хв (із додаванням TMRM на 5-й хвилині інкубування до контрольних і дослідних зразків).

Підрахунок забарвлених клітин і визначення інтенсивності флуоресценції TMRM здійснювали з використанням програмного забезпечення ImageJ. Результати наведені як  $M \pm m$ . Достовірність різниці між вибірками встановлювали за Стьюдентом. Статистичний аналіз проводився за допомогою Microsoft Office Excel 2016.

### Результати і їхнє обговорення

Наявність у середовищі жовчевої кислоти TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л за використання як субстрату окиснення глюкози, пірувату чи аланіну суттєво не впливало на частку живих клітин після двох (рис. 1 А–Б, Г) і чотирьох годин інкубації (рис. 1 Д).

Коли ж до середовища додавали TLC-S у концентрації 2 ммоль/л, частка живих клітин катастрофічно зменшувалася (рис. 1 В і Г). Це зменшення трохи залежало від наявного у середовищі субстрату окиснення і було найменш вираженим за окиснення пірувату. Зі збільшенням часу інкубації ступінь виживання клітин був меншим, але така закономірність характерна і для контролю, і для середовища, що містило TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л.

Причиною руйнування клітин за інкубації із TLC-S може бути:

- 1) ушкодження фосфоліпідного матриксу плазматичної мембрани за зміни поверхневого натягу води;
- 2) руйнування внутрішньоклітинних мембран ацинарних клітин, що призводить до порушення внутрішньоклітинної компартменталізації та вивільнення у цитозоль ензимів із лізосом (зокрема, катепсинів) і секреторних везикул;
- 3) зміна функціонування мітохондрій ацинарних клітин.

Цілком можливо, що усі наведені механізми ушкодження є взаємозалежними і можуть спостерігатися одночасно, а ефекти TLC-S визначаються, у першу чергу, тривалістю та концентрацією TLC-S.

Для того, щоб з'ясувати, чи змінюється функціонування мітохондрій ацинарних клітин, ми дослідили TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л на рівень мембранного потенціалу мітохондрій. З'ясувалося, що за дії TLC-S у присутності лише глюкози мембранний потенціал мітохондрій зменшився на 9,8 % ( $P < 0,05$ ,  $n = 3$ ), а у присутності аланіну (на тлі глюкози) – на 23,5 % ( $P < 0,05$ ,  $n = 4$ ). Коли ж до середовища додавали піруват (на тлі глюкози), як основний субстрат окиснення, мембранний потенціал мітохондрій під впливом TLC-S вірогідно не змінювався.

Залежність впливу TLC-S на мембранний потенціал мітохондрій від субстрату окиснення дає підстави говорити про трохи складніші механізми, ніж механістичне руйнування біологічних мембран.

Відомо, що у підшлунковій залозі активність аланінамінотрансферази є невисокою [8], але достатньою для підтримання окисних процесів у мітохондріях. Попередніми дослідженнями показано, що такі амінокислоти, як глутамат, глутамін, аланін, лізин і аспарат здатні підтримувати високі швидкості роз'єданого дихання ізольованих ацинусів підшлункової залози щурів, а аргінін, гістидин і аспарагін – ні [9]. Було також встановлено [10], що ацинарні клітини підшлункової залози мишей віддають перевагу аланіну та лейцину перед глюкозою як субстратами для енергетичного метаболізму. Швидкість окислення глюкози у шматочках цієї залози була низькою і лише незначно посилювалася зі збільшенням її концентрації в середовищі від 3 до 20 ммоль/л. Навіть за такої низької концентрації, як 0,1 ммоль/л, обидві амінокислоти окислювалися з більшою швидкістю, ніж глюкоза. Але глюкоза пригнічує як поглинання, так і окислення аланіну екзокринними клітинами [10].

У наших дослідженнях відносно високий відсоток ацинарних клітин, які вижили після 2 і 4 год інкубації у середовищі, що містило аланін (див. рис. 1), є прямим підтвердженням здатності ацинарних клітин використовувати цю амінокислоту в окисних процесах. Цей відсоток залишається високим і після додавання до середовищ інкубації TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л, на відміну від катастрофічного зменшення живих клітин за використання TLC-S у концентрації 2 ммоль/л. Однак мембранний потенціал мітохондрій уже через 25 хв інкубації клітин із TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л суттєво зменшується, коли у середовищі, крім глюкози, є наявний аланін.

Нездатність аланіну за дії TLC-S підтримувати високе значення мембранного потенціалу мітохондрій ацинарних клітин потрібно окремо обговорити. Особливо, якщо врахувати, що на тлі окиснення пірувату рівень мембранного потенціалу мітохондрій за дії TLC-S не змінюється.

Очевидно, зменшення мембранного потенціалу мітохондрій ацинарних клітин за дії TLC-S у концентрації 0,5 ммоль/л може бути спричинене одним або комбінацією кількох процесів:

- 1) інгібуванням аланінамінотрансферази (АЛТ);
- 2) зменшенням рівня  $\alpha$ -кетоглутарату;
- 3) порушенням окиснення глутамату (але не пірувату), що утворюється у реакції трансамінування аланіну.

Наслідком усіх трьох процесів є, власне, порушення окиснення аланіну.

Інші ймовірні механізми зменшення мембранного потенціалу мітохондрій за дії TLC-S у низьких концентраціях (ушкодження внутрішньої мембрани мітохондрій, порушення функціонування електронтранспортного ланцюга мітохондрій чи збільшення рівня перекисного окиснення у мітохондріях) є мало ймовірними, оскільки зареєстровані зміни мали би бути однаковими (майже однаковими) за використання різних субстратів окиснення. Нами ж встановлено, що за одночасної наявності у середовищі пірувату і глюкози мембранний потенціал мітохондрій під впливом TLC-S не змінюється.

Отже, є кілька механізмів негативної дії TLC-S на ацинарні клітини підшлункової залози: за низьких концентрацій (або на початкових етапах дії) в її основі лежить порушення окиснення аланіну, що призводить до порушення генерування мембранного потенціалу мітохондрій, а за високих – порушення цілісності плазматичної і/чи внутрішньоклітинних мембран.

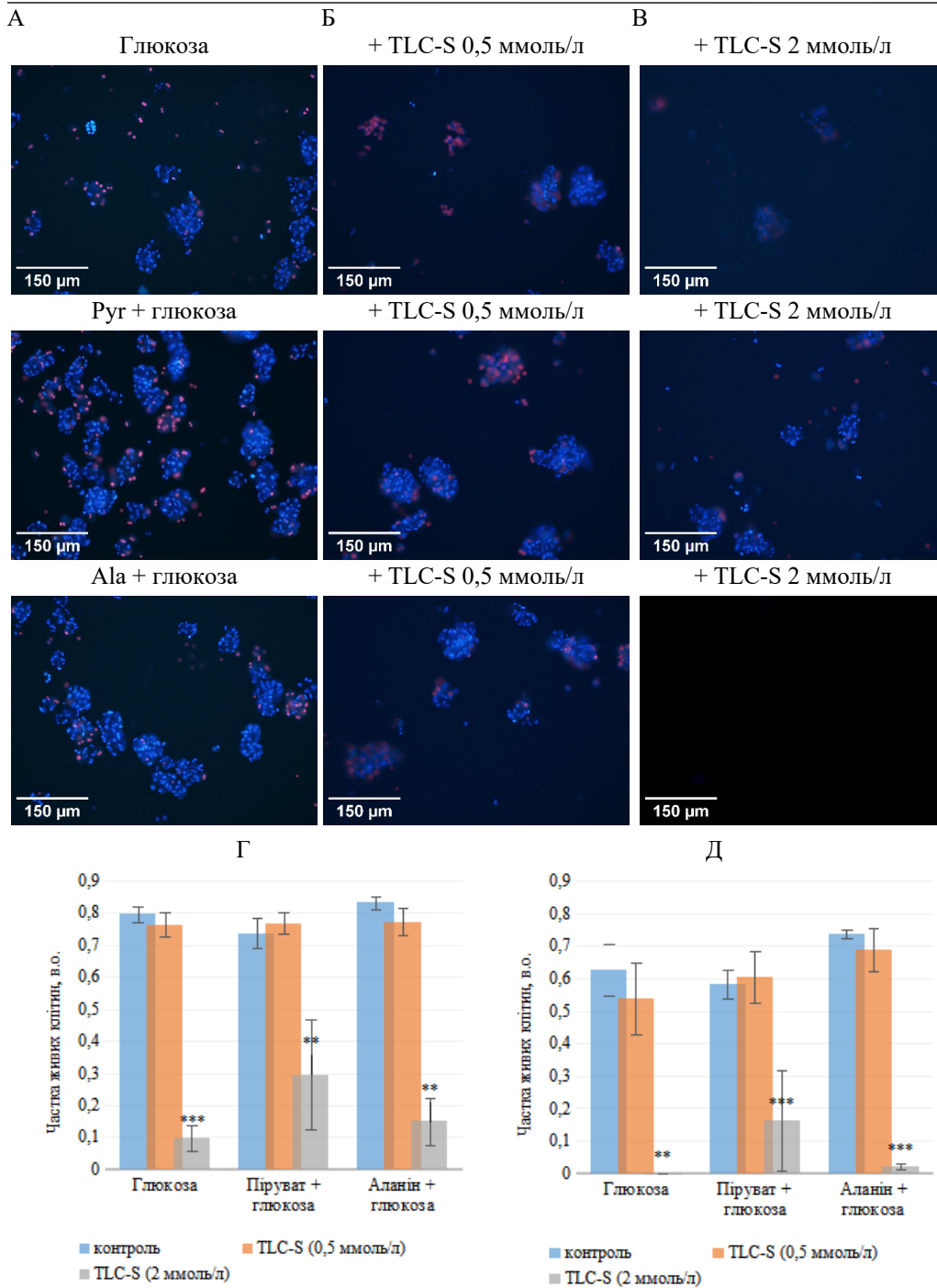


Рис. 1. Життєздатність ацинарних клітин підшлункової залози після інкубації з жовчевою кислотою TLC-S; А–В – фото клітин однієї серії, зафарбованих пропідій йодидом (0,5 мг/мл) та Hoechst 33342 (5 мг/мл), після преінкубації 2 год із різними субстратами окиснення у контролі (А)

та з TLC-S у концентрації 0,5 (Б) і 2 ммоль/л (В); Г і Д – залежність частки живих клітин від наявності субстратів окиснення і жовчевої кислоти після преінкубації 2 (Г) або 4 год (Д); [TLC-S] = 0,5 або 2 ммоль/л, [глюкоза] = 10 ммоль/л, [піруват] = 2 ммоль/л, [аланін] = 2 ммоль/л; за одиницю вимірювання прийнято кількість трипан-негативних ацинарних клітин після виділення; \*\* – статистично вірогідна різниця щодо контролю за Стьюдентом з  $P < 0,01$ , \*\*\* – з  $P < 0,001$ ;  $n = 3-4$

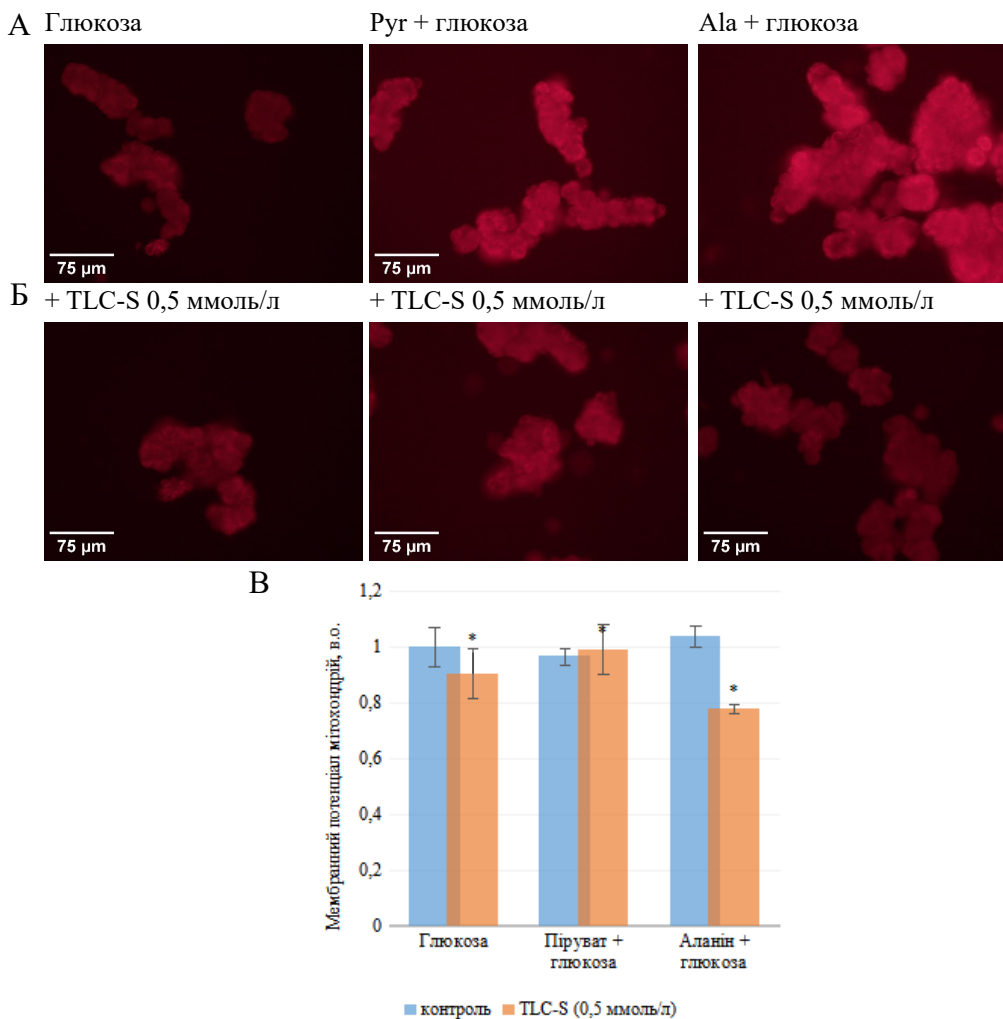


Рис. 2. Мембранний потенціал мітохондрій ацинарних клітин підшлункової залози після інкубації з жовчевою кислотою TLC-S; А – фото клітин, зафарбованих TMRM (50 нмоль/л), після преінкубації у контролі за наявності у середовищі лише глюкози, глюкози і пірувату чи глюкози і аланіну; Б – після преінкубації у відповідних середовищах із TLC-S; В – залежність мембранного потенціалу мітохондрій від складу середовища інкубації у контролі та після додавання жовчевої кислоти; час преінкубації 25 хв; [TLC-S] = 0,5 ммоль/л, [глюкоза] = 10 ммоль/л, [піруват] = 2 ммоль/л, [аланін] = 2 ммоль/л; за одиницю вимірювання прийнято максимальне значення інтенсивності яскравості світіння у контрольному зразку; \* – статистично вірогідна різниця щодо контролю за Стьюдентом з  $P < 0,05$ ;  $n = 3-4$

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Modlin I. M., Kidd M., Hults C., Hinoue T.* Surgery of chronic pancreatitis: Chronicle of confusion and despair // *World J. Surg.* 2002. Vol. 26. P. 1382–1396.
2. *Voronina S. G., Barrow S. L., Gerasimenko O. V.* et al. Effects of secretagogues and bile acids on mitochondrial membrane potential of pancreatic acinar cells: comparison of different modes of evaluating DeltaPsim // *J. Biol. Chem.* 2004. Vol. 279 (26). P. 27327–27338. <https://doi.org/10.1074/jbc.M311698200>
3. *Voronina S., Longbottom R., Sutton R.* et al. Bile acids induce calcium signals in mouse pancreatic acinar cells: implications for bile-induced pancreatic pathology // *J. Physiol.* 2002. Vol. 540. P. 49–55.
4. *Voronina S. G., Barrow S. L., Simpson A. W. M.* et al. Dynamic changes in cytosolic and mitochondrial ATP levels in pancreatic acinar cells // *Gastroenterol.* 2010. Vol. 138. P. 1976–1987.
5. *Booth D. M., Murphy J. A., Mukherjee R.* et al. Reactive oxygen species induced by bile acid induce apoptosis and protect against necrosis in pancreatic acinar cells // *Gastroenterol.* 2011. Vol. 140. P. 2116–2125.
6. *Peng S., Gerasimenko J. V., Tsugorka T. M.* et al. Galactose protects against cell damage in mouse models of acute pancreatitis // *J. Clin. Invest.* 2018. Vol. 128(9). P. 3769–3778.
7. *Williams J. A., Korc M., Dormer R. L.* Action of secretagogues on a new preparation of functionally intact, isolated pancreatic acini // *Am. J. Physiol.* 1978. Vol. 235. P. 517–524.
8. Tissue expression of GPT – Summary – The Human Protein Atlas. <https://www.proteinatlas.org/ENSG00000167701-GPT/tissue>
9. *Zub A. M., Manko B. O., Manko V. V.* Screening of amino acids as a safe energy source for isolated rat pancreatic acini. Preprint. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3153597/v1>
10. *Danielsson A., Sehlin J.* Transport and oxidation of amino acids and glucose in the isolated exocrine mouse pancreas: effects of insulin and pancreozymin // *Acta Physiologica Scandinavica.* 1974. Vol. 91. P. 557–565.

Стаття надійшла до редакції 28.08.23

доопрацьована 07.09.23

прийнята до друку 11.09.23



**THE EFFECT OF BILE ACID TLC-S VITALITY OF PANTACRIC ACINARY CELLS AND LEVEL OF MITOCHONDRIAL MEMBRANE POTENTIAL****B. V. Manko**

*Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskyyi St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: bohdan.manko.ablb@lnu.edu.ua*

To investigate the mechanism of action of bile acids, TLC-S, the viability of pancreatic acinar cells, and the level of mitochondrial membrane potential were studied using various oxidation substrates. The experiments were conducted on male Wistar rats weighing 250–300 g. A suspension of isolated pancreatic acinar cells was obtained using collagenase (type IV, 0.2 mg/ml). The trypan blue exclusion test assessed cell viability after isolation and the amount was >90 %. The survival of acinar cells after prolonged incubation in different environments was determined by fluorescent dyes propidium iodide (0.5 mg/ml) and Hoechst 33258 (5 mg/ml) dyes. Mitochondrial membrane potential was recorded by adding the dye TMRM (50 nM). Cells were photographed using an inverted microscope Olympus IX73 with a digital camera DP-74. Cell counting and fluorescence intensity of TMRM were analyzed using ImageJ software. It was found that the presence of TLC-S in the medium at a concentration of 0.5 mmol/L, when used as an oxidation substrate for glucose (10 mmol/L), pyruvate (2 mmol/L), or alanine (2 mmol/L), did not significantly affect the proportion of live cells after 2 and 4 hours of incubation. However, when TLC-S was added to the medium at a concentration of 2 mmol/L, the proportion of live cells significantly decreased. This decrease was least pronounced during pyruvate oxidation. Under the action of TLC-S (after 25 min) in the presence of glucose alone, the mitochondrial membrane potential decreased by 9.8 % ( $P < 0.05$ ,  $n = 3$ ), in the presence of alanine (in the presence of glucose) – by 23.5 % ( $P < 0.05$ ,  $n = 4$ ). When pyruvate was added to the medium (in the presence of glucose), the mitochondrial membrane potential likely did not change significantly. These results suggest the presence of several different mechanisms of TLC-S's negative effects on pancreatic acinar cells: at low concentrations (or at early stages), it disrupts alanine transamination reactions, leading to the disruption of mitochondrial membrane potential generation, while at high concentrations, it affects the integrity of plasma and/or intracellular membranes.

*Keywords:* bile acid TLC-S (tauro lithocholic acid 3-sulfate), pyruvate, alanine, pancreatic acinar cells, survival, mitochondrial membrane potential

**РЕЦЕНЗІЯ НА КНИГУ АННИ ГІРНОЇ ТА ЄВГЕНА ЖУКАВЦЯ «КАТАЛОГ  
ПАВУКІВ (ARACHNIDA, ARANEAE) ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ (УКРАЇНА)»**

**Н. Полчанінова**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Майдан Свободи, 4, Харків 61027, Україна  
e-mail: n.polchaninova@karazin.ua*

В українській арахнології сталася видатна подія – вийшов друком «Каталог павуків (Arachnida, Araneae) Львівської області (Україна)» за авторством Анни Гірної та Євгена Жукавця. Каталог готували багато років і, попри воєнний час, він побачив світ улітку 2022-го. У каталозі надано відомості про 545 видів павуків, що були знайдені на території сучасної Львівської області від 1867 р. до наших днів.

Фауну павуків України вивчено вкрай нерівномірно. Каталогізацію даних проведено для адміністративних областей Лівобережної України та Криму, а в центральних і західних областях, попри довготривалу історію досліджень, узагальнення відомостей на сучасному рівні не було. Інвентаризація фауни певного регіону є першим кроком у вивченні біорізноманіття, який створює базу для розробки заходів із його підтримки та забезпечення сталого розвитку природних і напівприродних екосистем.

Павуки є багатою за видовим складом і різноманітною за екологічними характеристиками групою членистоногих, що населяють усі наземні біотопи. Завдяки великій чисельності павуки відіграють значну роль у трофічних ланцюгах, а їхня чутливість до змін мікрокліматичних умов робить їх зручною моделлю для оцінки як глобальних кліматичних змін, так і впливу антропогенних чинників.

Каталог складається зі вступу, трьох основних частин, списку літератури та додатків. Перша частина містить змістовний історичний нарис арахнологічних досліджень на теренах сучасної Львівської області. Автори аналізують політичні й історичні умови розвитку природничих наук у регіоні, описують внесок різних учених і аматорів у збирання, визначення, каталогізацію та зберігання колекцій павуків. У додатках подано біографії не тільки відомих арахнологів, але й усіх, хто долучився до арахнологічних досліджень на Львівщині за період від 1867 до 1991 рр.

Друга частина присвячена адміністративному поділу та фізико-географічним умовам Львівської області, що необхідно для розуміння середовища існування зазначених видів і їхнього поширення в межах області.

Спеціальна частина містить пояснення щодо складання каталогу та перелік видів, які були зареєстровані у Львівській області протягом майже півтора століття. Для кожного виду подано синоніми й омоніми, локалітети за адміністративним районуванням, вказано авторів публікацій або колекторів. Для локалітетів наведено сучасні й історичні топоніми, встановлено координати і приналежність до фізико-географічного регіону. Розглянуто види, наведення яких є помилковим або потребує підтвердження. Завершує спеціальну частину аналіз вивченості фауни павуків Львівської області за адміністративними й фізико-географічними районами, а також аналіз систематичного складу фауни.

Дуже важливим є те, що у книзі український текст дублюється англійською. Це не тільки робить інформацію доступною вітчизняному читачеві, а й одразу включає її в науковий простір європейської та світової арахнологічної спільноти. Книга розрахована

на науковців, студентів, краєзнавців. Вона, безумовно, буде оцінена як фахівцями, так і аматорами, котрі досліджують тваринний світ України.

*Гірна А., Жукавець Є.* Каталог павуків (Arachnida, Aranei) Львівської області (Україна). Львів, 2022. 312 с.

*Hirna A., Zhukavets E.* Catalogue of spiders (Arachnida, Aranei) of the Lviv oblast (Ukraine). Lviv, 2022. 312 p.

## ЗМІСТ

### БОТАНІКА

*А. Одінцова*

Методика укладання опису морфо-анатомічної будови плоду за даними світлової мікроскопії ..... 3

### БІОХІМІЯ

*Р. Іскра, Н. Любас*

Вплив S-естерів тіосульфокислот на окремі біохімічні показники крові щурів ..... 20

### ЕКОЛОГІЯ

*Л. Карпінець, В. Баранов, Р. Соханьчак, С. Бешлей*

Активність фотосинтетичного комплексу бріофітів на трансформованих територіях видобутку вугілля ..... 27

### ЗООЛОГІЯ

*О. Іванець*

Гіллястовусі раки Львівщини (*Crustacea: Cladocera*) у гідробіологічних дослідженнях Б. Дибовського та М. Гроховського (за матеріалами круглого столу екологічної комісії наукового товариства ім. Шевченка) ..... 37

*І. Загороднюк, Є. Улюра*

Колекції Миколи Дюкова та Віктора Дребенцова у Національному науково-природничому музеї (Київ) ..... 49

*І. Шидловський, О. Решетило, А. Гірна, В. Леснік, К. Назарук,*

*І. Скурпан, Й. Царик, І. Хамар*

Регіонально рідкісні види тварин Львівської області ..... 58

### ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

*О. Сідлецький, О. Макаренко*

Профілактика порушень у слизових оболонках травного тракту самок щурів за дефіциту естрогенів, білка та кальцію ..... 66

*Б. Галкін, Н. Кириленко, Л. Хромагіна, М. Кара*

Остеодистрофія в умовах експериментальної інтоксикації алюмінієм як наслідок порушень у травному тракті щурів ..... 75

*Б.В. Манько*

Життєздатність ацинарних клітин підшлункової залози та рівень мембранного потенціалу мітохондрій за дії жовчевої кислоти TLC-S ..... 85

*Н. Полчанінова*

Рецензія на книгу Анни Гірної та Євгена Жукавця «Каталог павуків (*Arachnida, Araneae*) Львівської області (Україна)» ..... 93

## CONTENTS

### BOTANICS

- A. Odintsova*  
Method for drafting a morpho-anatomical description of the fruit using light microscopy ....3

### BIOCHEMISTRY

- R. Iskra, N. Liubas*  
Effect of S-esters of thiosulfonic acids on some biochemical parameters of rat blood .....20

### ECOLOGY

- L. Karpinets, V. Baranov, R. Sokhanchak, S. Beshley*  
Photosynthetic complex activity of the bryophytes on the transformed coal mining territories ..... 27

### ZOOLOGY

- O. Ivanets*  
Water fleas of Lviv region (*Crustacea: Cladocera*) in hydrobiological research by B. Dybovsky and M. Grohovsky (based on the materials of the round table of the ecological commission of the Shevchenko Scientific Society) ..... 37

- ...  
*I. Zagorodniuk, E. Ulyura*  
The collections of Mykola Diukov and Viktor Drebentsiv in the National Museum of Natural History (Kyiv) .....49

- I. Shydlovskyy, O. Reshetylo, A. Hirna, V. Lesnik, K. Nazaruk, I. Skyrpan, Y. Tsaryk, I. Khamar*  
Regionally rare animal species of Lviv region .....58

### HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- O. Sidletskyi, O. Makarenko*  
Prevention of disorders in the mucous membrane of the digestive tract of female rats with estrogen, protein and calcium deficiency ..... 66

- B. Galkin, N. Kyrylenko, L. Khromagina, M. Kara*  
Osteodystrophy in the conditions of experimental aluminum intoxication as a result of violation in the digestive tract of rats ..... 75

- B. V. Manko*  
The effect of bile acid TLC-S vitality of pancreatic acinary cells and level of mitochondrial membrane potential ..... 85

- Н. Полчанінова*  
Рецензія на книгу Анни Гірної та Євгена Жукавця «Каталог павуків (Arachnida, Araneae) Львівської області (Україна)» ..... 93