

ISSN 2224-025X

НАУКОВІ ЗБІТКИ

**Державного
природознавчого
музею**

Випуск 41 / 2025



Національна академія наук України
Державний природознавчий музей

НАУКОВІ ЗАПИСКИ ДЕРЖАВНОГО ПРИРОДОЗНАВЧОГО МУЗЕЮ

Випуск 41

Львів 2025

УДК 57+58+591.5+502.7:069

Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів, 2025. – Вип. 41. – 234 с.

До 41-го випуску збірника «Наукові записки Державного природознавчого музею» увійшли статті та короткі повідомлення з природничої музеології, екології, зоології, ботаніки, а також інформація про діяльність музею у 2024 році, конференції і музейні проєкти.

Для екологів, зоологів, ботаніків, працівників музеїв природничого профілю, заповідників, національних природних парків та інших природоохоронних установ і організацій.

Proceedings of the State Natural History Museum. – Lviv, 2025. – Issue 41. – 234 p.

The 41th issue of the periodical «Scientific Notes of the State Museum of Natural History» includes articles and short reports of natural historical museology, ecology, zoology, botany, as well as information about the museum's activities in 2024, conferences, and museum projects.

For ecologists, zoologists, botanists, employees of museums of natural profile, reserves, national nature parks and other environmental institutions and organizations.

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpdm.2025.41>

ISSN 2224-025X

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

Заступник головного редактора

Відповідальний секретар

Технічний редактор

Капрусь І. Я. д-р біол. наук, проф.

Климишин О. С. д-р біол. наук, с.н.с.

Орлов О. Л. канд. біол. наук

Гураль Р. І. канд. біол. наук

Бокотей А. А. д-р біол. наук, с.н.с.; Войчишин В. К. канд. біол. наук, с.н.с.; Годунько Р. Й. канд. біол. наук, с.н.с.; Гураль-Сверлова Н. В. канд. біол. наук, с.н.с.; Дзюбенко Н. В. канд. біол. наук; Радченко О. Г. д-р біол. наук, проф.; Різун В. Б. канд. біол. наук, с.н.с.; Середюк Г. В. канд. біол. наук; Сусуловський А. С. канд. біол. наук, с.н.с.; Третяк П. Р. д-р біол. наук, проф.; Фальтинович В. д-р біол. наук, проф. (Польща); Царик Й. В. д-р біол. наук, проф.; Шрубович Ю. Ю. канд. біол. наук; Яницький Т. П. канд. біол. наук

EDITORIAL BOARD

Kaprus I. Y. (*Editor-in-Chief*), Klymyshyn O. S. (*Associate Editor*), Orlov O. L. (*Managing Editor*), Gural R. I. (*Technical Editor*), Bokotey A. A., Voichyshyn V. K., Godunko R. J., Gural-Sverlova N. V., Dzubenko N. V., Radchenko O. G., Rizun V. B., Serediuk H. V., Susulovsky A. S., Tretjak P. R., Faltynowicz W., Tsaryk J. V., Shrubovych J. J., Yanitsky T. P.

*Рекомендовано до друку вченою радою Державного природознавчого музею
(протокол № 10 від 23 жовтня 2025 року)*

ISSN 2224-025X

© Наукові записки ДПМ, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2025.41.75-86>

УДК 582.32:581.5

Карпінєць Л.І., Лобачевська О.В.

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ МІНЕРАЛЬНИХ ФОРМ НІТРОГЕНУ У ПАГОНАХ МОХУ *ATRICHUM UNDULATUM* (HEDW.) P. BEAUV. ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ

Досліджено особливості сезонної динаміки вмісту амонійної та нітратної форм нітрогену в асиміляційній зеленій та бурій старіючій частинах пагонів епігейного моху *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. залежно від мікрокліматичних умов заповідної та антропогенно порушених територій (вирубки та рекреаційного навантаження) лісових екосистем Українського Розточчя. Визначено, що у квітні кількість катіонів амонію була найвищою на відкритих ділянках вирубки в умовах вищої температури повітря та інтенсивності освітлення, що значно індукувало біохімічні реакції у метаболізмі нітрогену у фотосинтезуючих пагонах та процеси деструкції у бурій частині гаметофіту. Встановлено, що за достатньої інсоляції вміст нітратів у зеленій вегетуючій частині пагонів підвищувався, що може свідчити про пригнічення катіонами амонію активності нітрат- та нітриредуктаз у клітинах *Atrichum undulatum*. Досліджено, що у липні стабільність мікрокліматичних умов водно-температурного режиму повітря та поверхневого шару ґрунту на заповідній території позитивно впливала на процеси пластичного та енергетичного обміну нітрогену у фізіологічно активній та старіючій частинах пагонів, про що свідчать вищі, ніж на ділянках рекреації та вирубки, показники вмісту амонію. За дії незначної інсоляції на заповідній території та у зоні рекреаційного навантаження збільшення кількості нітратів у зелених пагонах зумовлено зниженням активності нітратвідновлюючих ензимів. Водночас у зоні вирубки інактивацію нітрат- та нітриредуктаз у клітинах моху спричинив насамперед дефіцит вологи у поверхневому шарі ґрунту за надмірного впливу сонячного світла. Встановлено, що на досліджуваних ділянках заповідних та антропогенно змінених лісових екосистем вміст катіонів амонію та нітрат-аніонів у зеленій та бурій частинах пагонів переважно був більшим у жовтні, що може свідчити про вищу фізіологічну активність моху у сприятливих умовах насамперед водного режиму, що підвищувало поглинальну здатність неорганічних форм біогенного елемента, процеси асиміляції/дисиміляції й нагромадження у клітинах окисненої форми нітрогену – NO_3^- .

Ключові слова: мох *Atrichum undulatum*, лісові екосистеми, сезонні зміни, мікрокліматичні умови, катіони амонію, нітрат-аніони.

Нітроген є одним із основних біогенних елементів, який займає визначальне місце в системі пластичного та енергетичного обміну речовин у рослинному організмі. Для рослин цей елемент-органоген доступний, зокрема у формі катіонів амонію (NH_4^+) та нітрат-аніонів (NO_3^-), які асимілюються у клітинах в нітрогеновмісні органічні сполуки – амінокислоти, аміди, білки тощо.

Мохоподібні здатні ефективно засвоювати нітроген переважно з атмосферного повітря і перерозподіляти його у дернинці. Висока катіонообмінна здатність клітинних стінок та водоутримувальні властивості бріофітів сприяють асиміляції біогенного

елемента завдяки симбіозу з нітрогенфіксуючими ціанобактеріями (Deane-Coe, 2016; Glime, 2017; Rousk, 2022). Біологічна фіксація молекулярного нітрогену мікроорганізмами у мохових дернинках часто є просторово неоднорідною (Reed, Cleveland, Townsend, 2011), а її швидкість може значно варіювати між лісовими масивами (Markham, 2009; Stuart et al., 2021b), оскільки активність ціанобактерій залежить від впливу мікрокліматичних чинників середовища (Gundale et al., 2012; Permin et al., 2022). Встановлено, що сухі епіфільні мохи мали нижчу асоційовану швидкість фіксації біогенного елемента, аніж гідратовані (Bentley, Carpenter, 1980).

Бріофіти можуть отримувати нітроген у мінералізованих формах (NH_4^+ та NO_3^-) із ґрунту та використовувати їх у конструктивному метаболізмі (Ayres et al., 2006; Glime, 2017), при цьому поглинання таких неорганічних сполук є видоспецифічним (Glime, 2019; Карпінець, Лобачевська, 2024). Можлива і вторинна асиміляція амонію в обмін речовин завдяки його вивільненню катіонам із гліцину у гліколатному циклі фотосинтезу, на кількість яких безпосередньо впливають екологічні фактори, зокрема показники температурного режиму середовища (Мусієнко, 2001).

Особливості екології та фізіології мохів, які є важливими складовими надземної рослинності, а в окремих лісових біомах – основними функціональними компонентами (Cornelissen et al., 2007), відіграють ключову роль у збереженні та концентрації, зокрема нітрогену, у багатьох екосистемах завдяки їхній здатності утримувати елемент у старіючій бурій та нерозкладеній частині дернинки. Повільно вивільняючи його у ґрунт у формі мінеральних сполук із розкладених мертвих частин пагонів (Glime, 2017; Liu et al., 2020), мохи забезпечують важливу ланку у процесі колообігу біогенного елемента у лісових екосистемах (Glime, 2024). Завдяки ефективній внутрішній рециркуляції бріофіти можуть повторно використовувати катіони амонію та нітрат-аніони у біохімічних реакціях метаболізму нітрогену в період активного росту та розвитку (Lindo, Gonzalez, 2010; Glime, 2017; Liu, 2020).

Метою дослідження було проаналізувати особливості сезонної динаміки вмісту мінеральних форм нітрогену у зеленій та бурій частинах пагонів моху *A. undulatum* залежно від екологічних умов його місцевиростань на територіях заповідних та антропогенно порушених лісових екосистем.

Матеріал і методика досліджень

Об'єкт досліджень – епігейний мох *A. undulatum*, зразки якого відбирали на дослідних ділянках старовікових букових лісів на території Природного заповідника “Розточчя” та антропогенно змінених лісових екосистем: у зоні стаціонарної рекреації “Верещиця” Яворівського Національного природного парку й вирубки буково-дубового лісу та соснових насаджень Страдчанського навчально-виробничого лісокомбінату. Для заповідної території характерним є значне затінення, створене добре розвинутим різновіковим підростом та високим показником повноти деревостану. У зоні стаціонарної рекреації через значну кількість порушених ділянок, утворених витоптуванням та облаштуванням відпочинкових місць, підлісок займає лише невелику площу. На території вирубки встановлено збільшення площі відкритих та антропогенно порушених ділянок внаслідок зменшення щільності деревостану та проективного покриття підліску. У міру зрідження деревного ярусу (від ділянок

заповідної території до вирубки) підвищувалась інтенсивність освітлення, що зумовлювало вищі показники температурного режиму повітря та втрату вологи як у дернинках моху, так і поверхневому шарі ґрунту (табл. 1). Надземний покрив епігейного виду *A. undulatum* у зонах досліджень сформований лише у місцях, де покриття лісовою підстилкою було мінімальним (Лобачевська, Рабик, Карпинець, 2023; Lobachevska, Karpinets, 2024).

На території досліджуваних лісових екосистем визначено по три локалітети, розміри яких становили 1 м² проективного покриття *A. undulatum*, на дослідній ділянці загальною площею 10 м². Вибір зразків моху проводили у квітні, липні та жовтні 2024 року методом конверта. Для цього у межах кожного локалітету у 5-ти місцях відбирали по 5 індивідуальних проб мохових дернин розміром до 10 см² із пагонами з асиміляційною і старіючою частинами та ризоїдального шару ґрунту під *A. undulatum* завглибшки до 3 см.

Для біохімічного аналізу вмісту катіонів амонію у зеленій фотосинтезуючій та бурій частинах пагонів моху використовували реактив Неслера (Баранов, Гумецький, 2003; Баранов, Величко, Карпинець, 2020). Для цього окремі вищезазначені частини пагонів *A. undulatum* екстрагували 1 н розчином KCl. До екстрактів із отриманих зразків додавали K-Na-виннокислий для попередження опалесценції розчину. Оптичну густину в отриманих розчинах із реактивом Неслера вимірювали за довжини хвилі 415 нм.

Кількість нітрат-аніонів у пагонах моху визначали відповідно до методики (Баранов, Гумецький, 2003; Баранов, Величко, Карпинець, 2020). Попередньо NO₃⁻ екстрагували зі свіжого рослинного матеріалу 1 % CH₃COOH. В отриманих екстрактах нітрати відновлювали цинком та вимірювали оптичну густину розчинів з реактивом Грісса за довжини хвилі 540 нм.

Вміст вологи у зеленій і бурій частинах пагонів моху та у ґрунті під дернинками із досліджуваних ділянок лісових екосистем визначали методом зважування та обчисленням її у відсотках від маси абсолютно сухої речовини (Польчина, 1991). Температуру повітря над дерниною *A. undulatum* та у його дернинці вимірювали ртутними термометрами, інсоляцію на дослідних ділянках – люксметром Ю-116.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програм Microsoft Excel та «Statistica». Проводили кореляційний аналіз отриманих результатів, а також оцінку достовірності різниці між варіантами за t-критерієм Стюдента, яку вважали статистично значущою за p<0,05. Досліди повторювали тричі.

Результати досліджень

У гаметофіті моху, який є домінуючою стадією життєвого циклу, уздовж його вертикального градієнта розрізняють: живу асиміляційну із зеленими листками та старіючу буру – нижню з бурими листками і ризоїдною повстю частини. У фотосинтезуючій та бурій частинах пагонів моху угруповання мікроорганізмів займають унікальні функціональні ніші, зокрема, зелена частина гаметофіту пов'язана з N-фіксуючими ціанобактеріями, що є часто фокусом досліджень симбіотичних зв'язків між бріофітами та бактеріями. Старіючу частину пагонів вважають важливим джерелом поживних речовин для певних груп мікробіоти, оскільки вона містить

відмерлі частини надземних пагонів, які піддаються деструкції (Lindo, Gonzalez, 2010; Ishak et al., 2024). Завдяки метагеномному секвенуванню мікроорганізмів виявлено, що у бурій частині гаметофіту активно здійснюється дисиміляційна й асиміляційна редукція нітратів та процеси повної нітрифікації й денітрифікації (Ishak et al., 2024), оскільки нижня частина пагонів тісно інтегрована з ґрунтом (Hu et al., 2015). У зелених пагонах моху реакцій окиснення, пов'язаних із нітрифікацією, не виявлено, але встановлено відновлення нітрат-аніонів (Ishak et al., 2024), які мають властивість нагромаджуватись, зокрема у вакуолях клітин, та формувати їхній запасний пул (Tischner, 2000; Chamizo-Ampudia et al., 2017). Амонійний нітроген не накопичується у рослинному організмі, порівняно з нітратним, а відразу через ланцюг біохімічних реакцій використовується для синтезу органічних нітрогенвмісних сполук (Коць, Михалків, 2019; Zayed et al., 2023).

Включення амонію у метаболізм відбувається завдяки його приєднанню до акцептора – глутамату (глутамінова кислота) і далі через пряме амінування асимілюватися в амід – глутамін. Взаємоперетворення глутамінової кислоти та глутаміну за участі ензимів глутаматсинтазного циклу – глутамінсинтетази (ГС) та глутаматсинтази (ГОГАТ) відіграє першочергову роль в асиміляції, транспортуванні та рециркуляції нітрогену. Життєво важливі для рослин ферменти ГС і ГОГАТ забезпечують оптимальне використання біогенного елемента та підтримують його гомеостаз (Ward et al., 2005). Варто зазначити, що включення амонію у процеси обміну речовин за участю ензимів ГС та ГОГАТ у рослинах, є основним шляхом його асиміляції (Мусієнко, 2001).

За результатами проведеного аналізу встановлено, що у квітні відсутність листової маси деревостану зумовила підвищення показників інсоляції та водно-температурного режиму повітря мікросередовища моху на заповідній території та у зоні рекреації (табл. 1). Мабуть, тому кількість $N-NH_4^+$ у фотосинтезуючій частині пагонів була меншою, ніж у бурій (рисунок). В період активної вегетації *A. undulatum*, ймовірно, інтенсивне надходження амонію для асиміляції у зеленій частині пагонів відбувалось насамперед унаслідок редукції нітратів, що транспортувались із резервного пулу вакуоль клітин, та поглинутій мінеральній формі із ґрунту, аніж завдяки катіонам, вивільнених за вторинного розпаду білків у бурій відмерлій частині пагонів. Вивільнений NH_4^+ у бурій частині стебла, очевидно, окиснювався до нітратів у процесі нітрифікації, які в подальшому могли бути включені у різні процеси метаболізму.

Варто відзначити, що у представників Polytrichaceae, зокрема в ендогідричного моху *A. undulatum*, рух води та поживних речовин здійснюється завдяки висхідному руху по трахеїдоподібним провідним клітинам – гідроїдам, які утворюють провідний пучок в центральній частині стебла (Лобачевська, 2014; Glime, 2017; Lobachevska, Karpinets, 2024). Весною за достатнього зволоження у висхідному напрямку разом з водою і надходила частина амонію з ґрунту до активної асимілюючої частини пагонів.

У квітні на відкритих ділянках вирубки в умовах вищих показників інсоляції та температури повітря встановлена більша кількість $N-NH_4^+$ у фотосинтезуючій та бурій частинах пагонів *A. undulatum*, порівняно із ділянками бучини та рекреації, що може свідчити про активніші процеси метаболізму: швидкий перебіг окисно-відновних

реакцій перенесення електронів та процеси катаболізму нітрогенвмісних біополімерів (табл. 1, рисунок).

Таблиця 1

Мікрокліматичні умови місцевиростань *A. undulatum* на досліджуваних територіях заповідних (старовікові букові ліси) і антропогенно змінених (зони рекреації та вирубки) лісових екосистем Українського Розточчя

Місяці відбору зразків	Температура, °С		Діапазон інтенсивності освітлення, тис. лк	Вологість, %	
	повітря на поверхні мохової дернини	у дернині		повітря на поверхні мохової дернини	грунту під мохом
Територія старовікових букових лісів (49°58'30.53"Пн. ш.; 23°38'8.99"Сх. д.)					
квітень	20,5±1,0	19,8±0,7	70-85	32,6±3,4	15,4±2,5
липень	25,0±1,3	22,0±1,1	40-50	29,0±4,0	12,4±2,2
жовтень	11,6±0,7	9,1±0,2	30-40	48,0±3,4	24,6±2,9
Зона стаціонарної рекреації (49°59'8.46"Пн. ш.; 23°38'33.82"Сх. д.)					
квітень	20,9±1,1	18,9±0,6	75-80	31,0±3,0	12,2±2,2
липень	26,7±1,2	22,4±0,7	55-60	28,9±3,4	10,5±2,0
жовтень	11,9±0,9	8,8±0,5	45-55	45,1±3,2	21,1±3,1
Зона вирубки та соснових насаджень (49°56'33.55"Пн. ш.; 23°38'13.20"Сх. д.)					
квітень	23,7±2,0	21,6±1,1	80-95	29,2±2,3	10,3±2,4
липень	29,1±2,5	26,1±1,3	100-110	22,3±2,2	9,4±1,7
жовтень	13,9±0,3	11,1±0,4	65-70	42,8±3,0	17,9±2,4

У липні встановлено істотний вплив екстремальних екологічних чинників на мікросередовище моху у зоні вирубки – висока інтенсивність освітлення, значне підвищення температурного режиму повітря та нестача його вологи зумовили зменшення вмісту NH_4^+ як у зеленій частині пагонів, так і старіючій, порівняно з іншими досліджуваними територіями. Ймовірно, низький вміст NH_4^+ був спричинений пригніченням здатності ціанобактерій до симбіотичного зв'язування атмосферного нітрогену та інгібування нітрогеназної активності, яка каталізує АТФ-залежну реакцію відновлення молекулярного N_2 до NH_4^+ , у зелених пагонах, а також процесів вторинного розпаду білків у бурій частині дернинки з незначним її вологозабезпеченням (табл. 2, рисунок). В умовах стресового пресингу, як правило, відзначається зниження активності і ензимів глутаматсинтазного циклу, що негативно впливає на вегетацію рослин через інактивацію біосинтезу амінокислот та білків. Установлено, що навіть за незначного напруження водного режиму мохів, спричиненого нестачею вологи, гальмується нормальний перебіг усіх метаболічних процесів (Thielen et al., 2021).

Слід зазначити, що за дефіциту вологи активність ферментів ГС та ГОГАТ у рослинах може і підвищуватися, оскільки глутамат як акцептор NH_4^+ є попередником поліфункціонального осмопротектора проліну (Hayat et al., 2012). Водночас

підвищений синтез проліну, індукований дією стресових чинників середовища, можливий без включення екзогенного амонію у глутаматний цикл, оскільки збільшення кількості амінокислоти може відбуватися завдяки перерозподілу внутрішніх джерел нітрогену у рослинах, зокрема рециркуляції елемента з аргініну у глутамат в орнітиновому циклі (Liang, Zhang, Natarajan, Becker, 2013; Величко, 2020), або ж завдяки катіонам амонію, вивільнених із гліцину у гліколатному циклі фотосинтезу (Мусієнко, 2001).

Таблиця 2

Відносний вміст води у пагонах моху *A. undulatum* у заповідних та порушених лісових екосистемах Українського Розточчя

Частини моху	Відносний вміст води, %		
	квітень	липень	жовтень
<i>Територія старовікових дубів</i>			
зелена	68,5±4,6	79,5±6,8	94,0±7,0
бура	73,4±6,5	76,4±5,2	82,9±4,1
<i>Зона рекреації</i>			
зелена	59,4± 3,7	70,5±5,3	90,3±7,3
бура	62,2±8,2	67,5±6,0	74,6±2,9
<i>Територія вирубки та соснових насаджень</i>			
зелена	65,5±4,5	51,4±4,8	71,8±5,2
бура	60,3±4,4	47,4±2,7	67,9±4,4

Встановлено, що влітку на ділянках старовікових лісів в оптимальних умовах гідро-термічного режиму повітря кількість катіонів амонію збільшувалась у 2,6 рази, порівняно з весняними показниками, та у 2,9 рази, ніж на ділянці вирубки, що, ймовірно, зумовлено вищою функціональною здатністю ціанобактерій та активністю нітрогенази, яка досягає своєї максимальної ефективності за температури повітря близько 25°C (Vitousek et al., 2002). У бурій частині, вочевидь, інтенсивніше відбувались процеси дисиміляції білків, про що вказують вищі показники вмісту мінеральної форми нітрогену. Така тенденція зміни кількості NH_4^+ у фотосинтезуючій та старіючій частинах дернинки встановлена і для моху на території рекреації. Причому менший вміст (в 1,2 рази) катіонів амонію у бурій частині пагонів, порівняно з показниками на території бучини, може свідчити про більш сповільнені процеси деструкції відмерлих тканин в умовах нижчого вмісту води у дернинці (табл. 2, рисунок). Менша ж кількість NH_4^+ в асиміляційній частині (в 1,2 рази) вказує на гальмування окисно-відновних реакцій фіксації й обміну нітрогену, в умовах вищої температури повітря та нижчої вологозабезпеченості пагонів (табл.1, 2, рисунок).

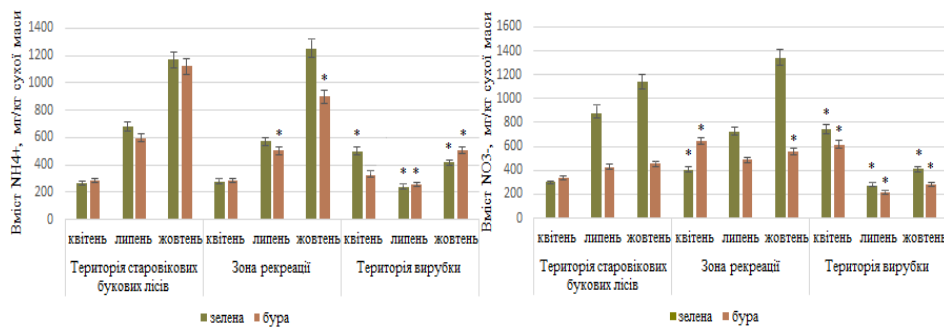


Рис. Вміст мінеральних форм нітрогену у дернинках моху *A. undulatum* в умовах лісових екосистем Українського Розточчя.

Примітка: * – різниця статистично достовірна, порівняно з показниками в умовах старовікових букових лісів, за $p < 0,05$.

Встановлено, що у жовтні на ділянках старовікових букових лісів вміст катіонів амонію у пагонах *A. undulatum* був більшим, аніж в інші періоди дослідження. Вочевидь, умови мікросередовища моху, зокрема вищого водного режиму повітря та вологозабезпечення у дернинці і ґрунті, вплинули на його фізіологічну активність, що пришвидшило процеси пластичного обміну нітрогену в апікальних меристемах фотосинтезуючих пагонів завдяки поглинанню амонію із ґрунту і реутилізації вивільнених катіонів унаслідок інтенсивної деструкції органічних сполук. У зоні рекреації кількість NH_4^+ у бурій частині пагонів була нижчою в 1,3 рази, ніж на заповідній території, та вищою, порівняно з квітнем та липнем, у 3,1 рази та 1,8 рази відповідно. На ділянках вирубки за більш сприятливого гідро-термічного режиму місцевиростань моху, ніж влітку, перебіг хімічних реакцій та процеси дисиміляції, пов'язані з метаболізмом нітрогену у тканинах, відбувались інтенсивніше, про що свідчать вищі показники вмісту NH_4^+ у зеленій та бурій частинах пагонів (табл. 1, рисунок).

Відомо, що активність нітратредуктази у рослинах, яка каталізує відновлення нітрат-аніонів, визначається умовами навколишнього середовища, а її експресія індукується NO_3^- іонами (Tischner, 2000; Balotf, Kavoosi, Kholdebarin, 2016), зокрема їх екзогенними іонами з ґрунту (Величко, 2020).

Визначено, що у квітні на заповідній території та у зоні рекреації кількість NO_3^- у зеленій частині пагонів була меншою, ніж у бурій, що може свідчити про інтенсивне відновлення вивільнених із резервного пулу нітрат-іонів до аміаку як проміжної форми у біосинтезі органічних сполук нітрогену в період активізації росту та розвитку моху. На ділянках вирубки в умовах вищої інтенсивності освітлення більший вміст NO_3^- у фотосинтезуючій частині пагонів, порівняно з заповідною і рекреаційною територіями, мабуть, вказує на те, що аніони не включались активно в обмін нітрогену, оскільки встановлено, що NH_4^+ може гальмувати асиміляцію NO_3^- через репресію біосинтезу ензимів, які редукують окиснену форму нітрогену. Адже для залучення катіонів у метаболізм елемента виключаються реакції відновлення, що характерно для нітратів (Мусієнко, 2001; Glame, 2017).

У липні на досліджуваних ділянках старовікового букового лісу вміст нітрат-аніонів у зеленій частині пагонів збільшувався у 3,0 рази, порівняно з весною. Вочевидь, в умовах стабільного водно-термічного режиму місцевиростань моху на кількість NO_3^- впливала насамперед незначна інтенсивність освітлення, тому їх вміст у клітинах підвищувався внаслідок зниження рівня активності ензиму, який каталізував редукцію NO_3^- (Arora, Ghosh, Singh, Gangopadhyay, 2018). У бурій частині гаметофіту встановлено нижчий у 2,1 рази вміст нітрат-аніонів, ніж у фотосинтезуючих пагонах. Мабуть, вивільнений у процесі деструкції нітрогенвмісних органічних сполук NH_4^+ активніше включався у ресинтез мономерів, пептидів тощо у зеленій частині стебла, аніж окиснювався до нітратів у процесі нітрифікації (табл. 1, рисунок).

У посушливі дні липня недостатній водний режим ґрунту на відкритих ділянках вирубки, вочевидь, зумовив зменшення поглинальної здатності NO_3^- гаметофітом, а відтак – і до інактивації ферментних систем, які беруть участь у метаболізмі нітрогену. Тому кількість нітратів у зеленій частині пагонів була найменшою. Така ж тенденція простежувалась і у бурій частині дернинки. Встановлено, що в екстремальних умовах, насамперед водного дефіциту, процеси дисиміляції відбувались повільно, а фізіологічна здатність нітрифікаторів, які окиснюють відновлену форму аміаку до нітратів, істотно зменшувалась (табл. 1, рисунок).

У жовтні визначені високі показники вмісту нітратного нітрогену у зелених пагонах на ділянках бучини та рекреації, ймовірно, свідчать про те, що в умовах низького освітлення поглинуті з ґрунту аніони нагромаджувались у клітинах моху внаслідок зниження рівня активності ферментних систем нітрат- та нітритредуктаз. Оскільки процеси розпаду у бурій частині пагонів проходили інтенсивно, очевидно, й швидше відбувалось і включення вивільненого продукту – NH_4^+ у біосинтез органічних сполук у зелених активно ростучих пагонах моху, аніж конверсія його у нітрати.

На ділянках вирубки, мабуть, інтенсивніші окисно-відновні процеси у фотосинтезуючих пагонах зумовили вищий вміст нітрат-аніонів, порівняно із липнем, завдяки оптимальнішому водно-термічному режиму повітря та більшому вологозбереженню пагонів (табл. 1, рисунок).

Отже, на різних ділянках заповідної та антропогенно порушених лісових екосистем вплив екологічних та сезонних змін умов навколишнього середовища були визначальними у мінливості показників вмісту мінеральних сполук нітрогену у пагонах епігейного моху *A. undulatum*.

Встановлено, що у квітні вищі показники температури повітря та інтенсивності освітлення на відкритих ділянках вирубки значно індукували біохімічні реакції обміну нітрогену у фотосинтезуючих пагонах і процеси деструкції у бурій частині гаметофіту, про що свідчить більша кількість, зокрема катіонів амонію, ніж на ділянках бучини й рекреації.

У липні стабільніші умови гідро-термічного режиму повітря та вища вологозабезпеченість під дернинкою моху на заповідній території сприяли активнішій абсорбції NH_4^+ та NO_3^- із ґрунту, а також інтенсивнішій фіксації атмосферного N_2 , перебігу біохімічних реакцій у його метаболізмі у зелених пагонах та швидким

процесам вторинного розпаду білків у бурій частині гаметофіту. Найнижчі показники вмісту амонійної та нітратної форм нітрогену в асиміляційній та старіючій частинах пагонів на ділянках вирубки спричиняли найекстремальніші умови літа (надмірна інсоляція, висока температура повітря й дефіцит його вологи), які і впливали на сповільнення процесів обміну сполук N_2 за більш сприятливих умов осені.

Встановлено, що на всіх досліджуваних ділянках лісових екосистем вміст NH_4^+ та NO_3^- у зеленій та старіючій частинах пагонів переважно був більшим у жовтні, ніж у квітні та липні, що може вказувати на вищу фізіологічну активність моху в сприятливих умовах насамперед водного режиму, що підвищувало поглинальну здатність мінеральних форм біогенного елемента, процеси його пластичного та енергетичного обміну й нагромадження у клітинах окисненої форми нітрогену – NO_3^- .

- Баранов В.І., Гумецький Р.Я. 2003. Мінеральне живлення рослин. Лабораторний практикум (з програмою та питаннями для комп'ютерного опитування студентів). Львів. 57 с.
- Баранов В.І., Величко О.І., Карпінєць Л.І. 2020. Великий практикум з фізіології та біохімії рослин. Розділ 1. Обмін Нітрогену в рослинах. Львів. 72 с.
- Величко О.І. 2020. Роль обміну нітрогену в адаптації рослин конюшини лучної до умов нафтозабрудненого ґрунту. *Біологічні студії*. Т. 14 Вип. 1. С. 105–118. doi: <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1401.612>
- Карпінєць Л., Лобачевська О. 2024. Особливості змін вмісту амонійної та нітратної форм нітрогену в дернинках мохів і у ґрунті під ними залежно від екологічних умов їхніх місцевиростань у лісових екосистемах. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. Вип. 93. С. 18–28. doi: <http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2024.93.03>
- Коць С.Я., Михалків Л.М. 2019. Нітратредуктаза та її роль у бобово-ризобіальному симбіозі. *Фізіологія рослин і генетика*. Т. 51. Вип. 5. С. 371–387. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2019.05.371>
- Лобачевська О.В. 2014. Мохоподібні як модель дослідження екофізіологічної адаптації до умов природного середовища. *Чорноморський ботанічний журнал*. Т. 10. Вип. 1. С. 48–60. doi: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Chbj_2014_10_1_8
- Лобачевська О.В., Рабик І.В., Карпінєць Л.І. 2023. Епігейні мохоподібні лісових екосистем, особливості їх водообміну та продуктивності залежно від екологічних умов місцевості. *Чорномор. ботан. журн.* Т. 19 Вип. 2. С. 187–199. doi: <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2023-19-2-3>
- Мусієнко М.М. 2001. Фізіологія рослин: підручник. Київ. 392 с.
- Польчина С.М. 1991. Методичні рекомендації до лабораторних і практичних робіт з ґрунтознавства. Чернівці. 60 с.
- Arora V., Ghosh M.K., Singh P., Gangopadhyay G. 2018. Light regulation of nitrate reductase gene expression and enzyme activity in the leaves of mulberry. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*. Vol. 55 No. 1. P. 62–66.
- Ayres E., Rene´ van der Wal, Sommerkorn M., Bardgett R.D. 2006. Direct uptake of soil nitrogen by mosses. *Biology Letters*. Vol. 2 No. 2. P. 286–288. doi: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2006.0455>
- Balotf S., Kavoosi G., Kholdebarin B. 2016. Nitrate reductase, nitrite reductase, glutamine synthetase, and glutamate synthase expression and activity in response to different

- nitrogen sources in nitrogen-starved wheat seedlings. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. Vol. 63 No. 2. P. 220–229. doi: <https://doi.org/10.1002/bab.1362>
- Bentley B.L., Carpenter E.J. 1980. Effects of desiccation and rehydration on nitrogen fixation by epiphylls in a tropical rainforest. *Microbial Ecology*. Vol. 6 No. 2. P. 109–114. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02010549>
- Chamizo-Ampudia A., Sanz-Luque E., Llamas A., Galvan A., Fernandes E. 2017. Nitrate reductase regulates plant nitric oxide homeostasis. *Trends in Plant Science*. Vol. 22. P. 163–174. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.12.001>
- Cornelissen J.H.C., Lang S.I., Soudzilovskaia N.A., During H.J. 2007. Comparative cryptogam ecology: A review of bryophyte and lichen traits that drive biogeochemistry. *Annals of Botany*. Vol. 99 No. 5. P. 987–1001. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm030>
- Deane-Coe K.K. 2016. Cyanobacteria associations in temperate forest bryophytes revealed by $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *The Journal of the Torrey Botanical Society*. Vol. 143. No. 1. P. 50–57. doi: <https://doi.org/10.3159/TORREY-D-15-00013>
- Glime J.M. 2017. Nutrient Relations: Requirements and Sources. Chapt. 8-1. In: Glime J.M. *Bryophyte Ecology*. Vol. 1. 8-1-1. Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Accessed on: 17 July 2020 at: <<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>>
- Glime J.M. 2019. *Bryophyte ecology. Physiological ecology*. Vol. 1. E-book sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Accessed on: 7 January 2019 at: <<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology1>>
- Glime J.M. 2024. Roles of Bryophytes in Forest Sustainability—Positive or Negative? *Sustainability*. Vol. 16 No. 6. doi: <https://doi.org/10.3390/su16062359>
- Gundale M.J., Nilsson M.-C., Bansal S., Jäderlund A. 2012. The interactive effects of temperature and light on biological nitrogen fixation in boreal forests. *New Phytologist*. Vol. 194. No. 2. P. 453–463. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04071.x>
- Hayat S., Hayat Q., Alyemeni M. N., Wani A.S., Pichtel J., Ahmad A. 2012. Role of proline under changing environments. *Plant Signaling & Behavior*. Vol. 7 No. 11. P. 1456–1466. doi: <http://dx.doi.org/10.4161/psb.21949>
- Hu R., Wang X., Pan Y., Zhang Y., Zhang H., Chen N. 2015. Seasonal variation of net N mineralization under different biological soil crusts in Tengger Desert, North China. *Catena*. Vol. 127. P. 9–16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.12.012>
- Ishak S., Rondeau-Leclaire J., Faticov M., Roy S., Laforest-Lapointe I. 2024. Boreal moss-microbe interactions are revealed through metagenome assembly of novel bacterial species. *Scientific Reports*. Vol. 14 No. 1. P. 1–17. doi: <https://doi.org/10.1101/2023.04.06.535926>
- Liang X., Zhang L., Natarajan S.K., Becker D.F. 2013. Proline mechanisms of stress survival. *Antioxidants and Redox Signaling*. Vol. 19 No. 9. P. 998–1011. doi: <https://doi.org/10.1089/ars.2012.5074>
- Lindo Z., Gonzalez A. 2010. The bryosphere: An integral and influential component of the earth's biosphere. *Ecosystems*. Vol. 13 No. 4. P. 612–627. doi: <https://doi.org/10.1007/s10021-010-9336-3>
- Liu X., Wang Z., Li X., Rousk K., Bao W. 2020. High nitrogen resorption efficiency of forest mosses. *Annals of Botany*. Vol. 125 No. 4. P. 557–563. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcz199>

- Lobachevska O., Karpinets L. 2024. Water exchange of the forest ecosystems epigeic bryophytes depending on changes of the structural and functional organization of their turfs and the influence of the local growth environmental conditions. *Studia Biologica*. Vol. 18 No. 2. P. 139–156. doi: <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1802.766>
- Markham J.H. 2009. Variation in moss-associated nitrogen fixation in boreal forest stands. *Oecologia*. Vol. 161 No. 2. P. 353–359. doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1391-0>
- Permin A., Horwath A.B., Metcalfe D.B., Prieme A., Rousk K. 2022. High nitrogen-fixing rates associated with ground-covering mosses in a tropical mountain cloud forest will decrease drastically in a future climate. *Functional Ecology*. Vol. 36 No. 7. P. 1772–1781. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14088>
- Reed S.C., Cleveland C.C., Townsend A.R. 2011. Functional ecology of free-living nitrogen fixation: a contemporary perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. Vol. 42. P. 489–512. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145034>
- Rousk K. 2022. Biotic and abiotic controls of nitrogen fixation in cyanobacteria-associations. *New Phytologist*. Vol. 235 No. 4. P. 1330–1335. doi: <https://doi.org/10.1111/nph.18264moss>
- Stuart J.E.M., Holland-Moritz H., Lewis L.R., Jean M., Miller S.N., Stuart F.M., Fierer N., Ponciano J.M., Mack M.C. 2021b. Host identity as a driver of moss-associated N₂ fixation rates in Alaska. *Ecosystems*. Vol. 24 No. 3. P. 530–547. doi: <https://doi.org/10.1007/s10021-020-00534-3>
- Thielen S.M., Gall C., Ebner M., Nebel M., Scholten T., Seitz S. 2021. Water's path from moss to soil: A multi-methodological study on water absorption and evaporation of soil-moss combinations. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. Vol. 69 No. 4. P. 421–435. doi: <https://doi.org/10.2478/johh-2021-0021>
- Tischner R. 2000. Nitrate uptake and reduction in higher and lower plants. *Plant, Cell & Environment*. Vol. 23. No. 10 P. 1005–1024. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2000.00595.x>
- Vitousek P.M., Cassman K., Cleveland C., Crews T., Field C.B., Grimm N.B., Howarth R.W., Marino R., Martinelli L., Rastetter E.B., Sprent J.I. 2002. Towards an ecological understanding of biological nitrogen fixation. *Biogeochemistry*. Vol. 57–58. P. 1–45. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1015798428743>
- Ward M.H., DeKok T.M., Levallois P., Brender J., Gulis G., Nolan B.T., VanDerslice J. 2005. Workgroup report: Drinking-water nitrate and health – Recent findings and research needs. *Environ. Health Perspect.* Vol. 113. P. 1607–1614. doi: <https://doi.org/10.1289/ehp.8043>
- Zayed O., Hewedy O., Abdelmoteleb A., Ali M., Youssef M., Roumia A., Seymour D., Yuan Z.-Ch. 2023. Nitrogen Journey in Plants: From Uptake to Metabolism, Stress Response, and Microbe Interaction. *Biomolecules*. Vol. 13 No. 10. doi: <https://doi.org/10.3390/biom13101443>

Karpinets L.I., Lobachevska O.V.

Seasonal dynamics of the nitrogen mineral forms content in the shoots of the moss *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. on conditions of the Ukrainian forest ecosystems

The features of seasonal dynamics of the nitrogen ammonium and nitrate forms content in the assimilating green and brown senescent parts of shoots of the epigeic moss *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. depending on the microclimatic conditions of the reserve and anthropogenically disturbed areas (felling and recreational load) of the Ukrainian Roztochia forest ecosystems were studied. It was determined that in April the amount of ammonium cations was the highest in open areas of felling under conditions of higher air temperature and light intensity, which significantly induced biochemical reactions in nitrogen metabolism in the photosynthesizing shoots and destruction processes in the brown part of gametophyte. It was established that with sufficient insolation the nitrates content in the green vegetative part of the shoots increased, which may indicate the inhibition of the nitrate- and nitrite reductases activity in *Atrichum undulatum* cells by ammonium cations. It was investigated that in July the stability of microclimatic conditions of water-temperature regime of air and surface soil layer in the reserved area positively influenced the processes of nitrogen plastic and energy exchange in physiologically active and senescent parts of the shoots, as evidenced by higher indicators of ammonium content than in recreation and felling areas. Under the influence of insignificant insolation in the reserved area and in the recreational load zone, increasing the amount of nitrates in green shoots is due to a decrease in the activity of nitrate-reducing enzymes. At the same time, in the felling zone, the inactivation of nitrate- and nitrite reductases in moss cells was caused primarily by moisture deficiency in the surface soil layer under excessive exposure to sunlight. It was found that in the studied areas of reserve and anthropogenically modified forest ecosystems, the content of ammonium cations and nitrate anions in the green and brown parts of shoots was mainly higher in October, which may indicate higher physiological activity of moss in favorable conditions, primarily of the water regime, which increased the absorption capacity of inorganic forms of biogenic element, the processes of assimilation/dissimilation and accumulation in cells of the oxidized form of nitrogen - NO_3^- .

Keywords: moss *Atrichum undulatum*, forest ecosystems, seasonal changes, microclimatic conditions, ammonium cations, nitrate anions.

ЗМІСТ	CONTENTS
Музеологія * Museology	Стор.
Климишин О. С. Науковий потенціал колекції зозулинцевих у гербарії Державного природознавчого музею НАН України	3
• Scientific potential of the <i>Orchidaceae</i> Juss. collection in the herbarium of the State Natural History Museum of the NAS of Ukraine	
Гураль Р. І., Гураль-Сверлова Н. В. <i>Helix pomatia</i> і <i>H. thessalica</i> (Gastropoda, Helicidae) в малакологічному фонді Державного природознавчого музею НАН України та діагностична цінність окремих конхологічних ознак	15
• <i>Helix pomatia</i> and <i>H. thessalica</i> (Gastropoda, Helicidae) in the malacological collection of the State Natural History Museum of the NAS of Ukraine and the diagnostic value of some conchological traits	
Екологія * Ecology	
Химин О. І., Капрусь І. Я. Вплив віку монокультури дуба червоного на екологічну структуру таксоцену колембол	29
• Impact of red oak monoculture age on the ecological structure of the collembola taxocene	
Сідак С. Ю., Капрусь І. Я. Населення колембол деревних мікрооселищ старовікових лісів Східних Карпат	39
• Collembola population of woody microhabitats of old-growth forests of the Eastern Carpathians	
Білонога В. М., Кияк В. Г. Особливості моніторингу популяції <i>Pinus</i> <i>cembra</i> L. (Pinaceae) у Чорногорі (Українські Карпати)	51
• Approaches to monitoring the population of <i>Pinus cembra</i> L. (Pinaceae) in Chornohora massifs (Ukrainian Carpathians)	
Бриндзя І. В., Гойванович Н. К. Оцінка обізнаності мешканців Львівщини про стан криничної води та її вплив на здоров'я	61
• Assessment of the awareness of the residents of the Lviv region about the state of spring water and its impact on health	
Гойванович Н. К. Нанотехнології в сільському господарстві: вплив «Аватар- 2 органік» на підвищення продуктивності мікрозелені	67
• Nanotechnology in agriculture: influence of «Avatar-2 organic» to enhance microgreen productivity	

- Карпінець Л. І., Лобачевська О. В.** Сезонна динаміка вмісту мінеральних форм нітрогену у пагонах моху *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. залежно від умов лісових екосистем Українського Розточчя 75
- Seasonal dynamics of the nitrogen mineral forms content in the shoots of the moss *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. depending on conditions of the Ukrainian Roztochia forest ecosystems

- Кім Н. А.** Зміни активності ферментів антиоксидантного захисту і вмісту ТБК-активних сполук у клітинах мохів лісових екосистем залежно від екологічних умов місцевиростань 87
- Changes of the activity of antioxidant protection enzymes and the content of TBC-active compounds in mosses cells of forest ecosystems depending on the ecological conditions of the growing site

Зоологія * Zoology

- Гриценко В. М.** Осіння міграція білого лелеки (*Ciconia ciconia*) в Україні у 2018-2024 рр. 97
- Autumn migration of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Ukraine in 2018-2024

- Бокотей А. А., Дзюбенко Н. В.** Дослідження та охорона чорного лелеки *Ciconia nigra* L. в Україні: 2017-2024 роки 103
- Study and conservation of Black Stork *Ciconia nigra* L. in Ukraine: 2017-2024

- Андріющенко Ю. О., Федун О. М., Семіроз А. В., Осъмачко О. М.** Деякі особливості перельотів птахів на півночі Українських Карпат у серпні–жовтні 2023 року 115
- Some peculiarities of bird flights in the northern of Ukrainian Carpathians in August – October 2023

- Франчук М. В., Бачук Л. В.** Результати синхронних обліків тетерука євразійського (*Tetrao tetrix*) в Рівненському природному заповіднику в 2013-2023 рр. 137
- Results of synchronous recordings of Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in Nature Reserve Rivnenskyi in 2013-2023

- Москаленко Ю. О., Плющ С. О.** Опорна мережа орнітологічного моніторингу Чорноморського біосферного заповідника: нарис історії формування 147
- The core network for ornithological monitoring of the Black Sea Biosphere Reserve: a historical overview of its formation

- Гуштан Г. Г., Любинець І. П.** Загальна чисельність та спектр родин таксоценів панцирних кліщів (Acari, Oribatida) Яворівського НПП 157
- Total density and spectrum of taxocene families of oribatid mites (Acari, Oribatida) on the Yavoriv NNP

- Різун В. Б., Яницький Т. П., Заморока А. М.** *Dixus clypeatus* (P. Rossi, 1790) (Coleoptera, Carabidae) – новий вид і рід для фауни західного регіону України 163
- *Dixus clypeatus* (P. Rossi, 1790) (Coleoptera, Carabidae) – a new species and genus for the fauna of the western region of Ukraine

Ботаніка * Botany

- Кузярін О. Т.** Доповнення до флори Білогорського торфовища (м. Львів) ... 173
- Additions to the flora of the Bilohorshcha peatery (Lviv)

- Дідух Я. П., Розенбліт Ю. В., Кучер О. О., Чусова О. О., Пашкевич Н. А.** Топологічна диференціація рослинності Малого Полісся 179
- Topological differentiation of vegetation of the Male Polissia region

- Борсукевич Л. М.** Флористична структура рослинності класу *Salicetea purpureae* Moor 1958 в Україні 191
- Floristic structure of vegetation of the class *Salicetea purpureae* Moor 1958 in Ukraine

- Горбняк-Юліна Л. Т.** *Crocus heuffelianus* Herb. на території національного природного парку «Подільські Товтри» 201
- *Crocus heuffelianus* Herb. on the territories of the National nature park «Podilski Tovtry»

Короткі повідомлення * The brief messages

- Глеба В. М., Гураль Р. І.** Китайська беззубка *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia: Unionidae) у рибогосподарських ставках Закарпатської області 211
- Chinese toothless bivalve *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia: Unionidae) in fish ponds of the Transcarpathian region

- Глеба В. М., Гураль-Сверлова Н. В.** *Monacha claustralis* (Gastropoda: Hygromiidae) у Закарпатській області 213
- *Monacha claustralis* (Gastropoda: Hygromiidae) in the Transcarpathian region

Ювілейні дати * Anniversaries

<i>Бокотей А. А., Савицька А. Г.</i> Заходи з вшанування пам'яті Володимира Дідушицького (до 200-річчя від дня народження)	215
--	-----

Хроніка * Current issues

<i>Архіпова Х. І., Вовк О. Б.</i> Про діяльність Державного природознавчого музею НАН України у 2024 році	219
<i>Дзюбенко Н. В., Савицька А. Г.</i> Виставково-освітній проєкт «Експедиція до Антарктиди»	221
<i>Різун В. Б., Погрібний О. О.</i> ХІХ львівська ентомологічна школа «Актуальні проблеми вивчення ентомофауни західного регіону України» ..	224

Правила для авторів * Rules for authors

Національна академія наук України
Державний природознавчий музей

Наукове видання

НАУКОВІ ЗАПИСКИ ДЕРЖАВНОГО ПРИРОДОЗНАВЧОГО МУЗЕЮ

Випуск 41

PROCEEDINGS OF THE STATE NATURAL HISTORY MUSEUM

Issue 41

Українською та англійською мовами



Головний редактор Ігор Ярославович Капрусь

Комп'ютерний дизайн і верстка: Олександр Семенович Климишин,
Тарас Михайлович Щербаченко

Адреса редакції:

79008 Львів, вул. Театральна, 18

Державний природознавчий музей НАН України

тел.: +38(032)2357002; e-mail: editorship@smnh.org, trilobit6@gmail.com

<https://science.smnh.org>

Формат 70×100/16. Обл.-вид. арк. 18,4. Наклад 100 прим.

Виготовлення оригінал-макета здійснено в Лабораторії природничої музеології
Державного природознавчого музею НАН України
Друк ТзОВ «Простір М» 79000 Львів, вул. Чайковського, 8