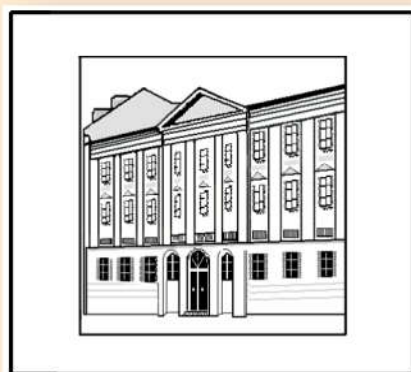


ISSN 2224-025X

НАУКОВІ ЗБІТКИ

Випуск 37 / 2021

**Державного
природознавчого
музею**



Національна академія наук України
Державний природознавчий музей

НАУКОВІ ЗАПИСКИ ДЕРЖАВНОГО ПРИРОДОЗНАВЧОГО МУЗЕЮ

Випуск 37

Львів 2021

УДК 57+58+591.5+502.7:069

Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів, 2021. – Вип. 37. – 280 с.

До 37-го випуску періодичного видання «Наукові записки Державного природознавчого музею» увійшли статті та короткі повідомлення з музеології, екології, ентомології, а також інформація про діяльність музею у 2020 році.

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, 2021. – Issue 37. – 280 p.

The 37th issue of the periodical «Scientific Notes of the State Museum of Natural History» includes articles and short reports on museology, ecology, entomology, as well as information about the activities of the museum in 2020.

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/nzdpm.2021.37>

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; Малиновський А. К. д-р с.-г. 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.; Чернобай Ю. М. д-р біол. наук, проф.; Шрубівич 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., Malynovsky A. K., Radchenko O. G., Rizun V. B., Serediuk H. V., Susulovsky A. S., Tretjak P. R., Faltynowicz W., Tsaryk J.V., Chernobay Y. M., Shrubovych J. J., Yanitsky T. P.

Рекомендовано до друку вченою радою Державного природознавчого музею

ISSN 2224-025X

© Наукові записки ДПМ, 2021

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdpm.2021.37.95-104>

УДК 582.32+581.5

Бешлей С.В., Лобачевська О.В., Соханьчак Р.Р.

СЕЗОННІ ЗМІНИ ВМІСТУ ПЛАСТИДНИХ ПІГМЕНТІВ У ГАМЕТОФІТІ ДОМІНАНТНИХ МОХІВ У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ

Пойкілогідричні мохоподібні як одна з найчутливіших груп рослин до впливу умов середовища існування, реагуючи на дію екологічних факторів, проявляють відмінні від судинних рослин пристосування для прогнозу змін природного середовища. Проаналізовано зміни вмісту пігментів фотосинтезу та їх співвідношення в домінантних листкостеблових епігейних видів мохів залежно від зміни показників зімкнутості крон деревостану, інтенсивності інсоляції, водно-температурних режиму ґрунту та повітря у локалітетах лісових екосистем Українського Розточчя. Унаслідок значного проективного покриття та зімкнутості крон на ділянці старовікових лісів встановлено менші на 30-50% показники інтенсивності освітлення, 8-12% температури субстрату під дернинами мохів та на 43-50% більші показники його вологості, порівняно із сосновими насадженнями. Антропогенний вплив у зоні стаціонарної рекреації був зумовлений інтенсивним витоптуванням, що призвело до зменшення зімкнутості крон деревостану (до 0,4-0,5), збільшення інтенсивності освітлення в 2,5 рази та зменшення вологості ґрунту під моховими дернинами в 2-4 рази. Тіневитривалі мохи *Polytrichastrum formosum*, *Atrichum undulatum* та *Plagiomnium affine* компенсували обмежену кількість доступної для росту світлової енергії інтенсивним збільшенням вмісту пігментів (Хл а і b), світлозбиральних комплексів та зменшенням співвідношення Хл а/b до значень 1,6-2,1. Відзначено істотну варіабельність показників співвідношення хлорофілів до каротиноїдів від 5 до 9. Значні межі варіювання вмісту каротиноїдів і співвідношення Хл/кар слугували показником для оцінки едафо-кліматичних змін умов існування бріофітів у лісових екосистемах. Значна мінливість показників співвідношення Хл а/b (2,35-4,25) восени, порівняно із літом, пов'язана із збільшенням освітленості дослідних ділянок та активності реакцій взаємоперетворень Хл а і b. Підвищення значень співвідношення Хл а/b спричинене активацією метаболізму пігментів свідчить про їх пристосованість як до світла, так і тіні. Восени зменшення співвідношення Хл/кар (в межах 4,31-5,08) пов'язане з інтенсивністю синтезу та розпаду Хл а і b та каротиноїдів, що може використовуватися як важливий показник здатності рослин пристосовуватися до змін інтенсивності освітлення, рівня зволоження, температури.

Ключові слова: домінантні види бріофітів, хлорофіли, каротиноїди, співвідношення пігментів, лісові екосистеми, Українське Розточчя.

В умовах глобальних змін клімату, едафотопу, гідротопу важливе значення має дослідження адаптивних реакцій рослин, зокрема в умовах як природоохоронних, так і техногенно порушених територій. Однією із груп рослин, чутливих до впливу умов середовища існування, є мохоподібні, яким властиві відмінні від судинних рослин морфо-структурні та фізіолого-біохімічні механізми пристосування до змін інтенсивності сонячної радіації, гідротермічного режиму середовища, забруднення атмосферного повітря, фізико-хімічних характеристик субстрату, на яких вони поселяються [6, 14, 18, 19]. Важливо, що пойкілогідричні мохоподібні по-іншому

реагують на дію екологічних чинників і тому проявляють інші, ніж судинні рослини, показники для прогнозу змін природного середовища. Відомо, що бріофіти завдяки багаторівневій адаптаційній стратегії стійкі до фізіологічно екстремальних умов навколишнього середовища, зокрема до водного дефіциту, низьких та високих температур повітря, підвищеного рівня ультрафіолетового випромінювання [7, 15, 16]. Мохоподібні є індикаторами стану старовікових лісових масивів, які часто не відображаються на рівні судинних рослин [17]. Встановлено, що мохи у лісах помірної зони виявилися добре пристосованими до використання зелених спектрів світла для стимулювання фотосинтезу, оскільки червоні та сині спектри сонячного проміння переважно поглинаються верхніми листками лісового намету [13]. Важливе значення для індикації середовища мохами має не лише їх родова і видова приналежність, а й зміни еколого-біоморфологічної структури мохових дернин та показників метаболічних процесів, які можуть свідчити про певні механізми пристосувань організму в нестабільних умовах навколишнього середовища. Відомо, що найчутливішою системою рослин до змін умов існування є пігментний комплекс [12]. Ефективність фотосинтетичного апарату визначається відповідністю його структурно-функціональних характеристик кліматичним та екологічним умовам місцевиростань, а насамперед, режиму освітлення та вологості [20].

Тому метою роботи було дослідити зміни вмісту та співвідношення пігментів фотосинтезу в хлоропластах домінантних листкостеблових епігейних мохів залежно мікрокліматичних умов і ступеня антропогенних змін лісових екосистем Українського Розточчя.

Матеріал і методика досліджень

Дослідження проводили протягом літньо-осіннього сезону 2020 року. Зразки домінантних епігейних видів мохів та ґрунту під ними відбирали: 1) у зоні повного заповідання на території природного заповідника "Розточчя", ділянка старовікових букових лісів Верещицького природоохоронного науково-дослідного відділення; 2) на ділянці вирубки 40-річного віку (урочище Верещиця); насадження сосни звичайної, самосів дуба червоного; 3) у зоні стаціонарної рекреації "Верещиця" на території Яворівського національного природного парку, ділянка соснового лісу.

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом, температуру – за допомогою ртутного термометра, вологість повітря і температуру над дернинами моху – портативним гігрометром за загальноприйнятими методиками [4]. Повноту та зімкнутість деревостану визначали за класичними методиками [3]. Стадії дигресії рослинного покриву дослідних ділянок виділяли за Н. В. Фоменком [11]. Коефіцієнт рекреації (Кр) визначали як відношення витоптаної площі до загальної площі дослідженої ділянки [2].

Вміст пластидних пігментів визначали за класичною методикою [1, 21]. Для цього 50 мг моху розтирали до однорідної маси й екстрагували 96%-м розчином етанолу з додаванням кальцій карбонату. Гомогенат центрифугували 5 хв при 5000 обертів за хвилину. Оптичну густину отриманого супернатанту визначали за довжини хвиль 441, 649 і 665 нм на спектрофотометрі Specord 210 Plus. Концентрацію хлорофілів (С) розраховували за формулами Вернона: $Ca=11,63D_{665}-2,39D_{649}$, (мг/л), $Cb=20,11D_{649}-5,18D_{665}$, (мг/л), а каротиноїдів – за Веттштейном: $Скар.=4,695D_{440,5}-0,268(Ca+Cb)$, (мг/л). Вміст пігментів (А) розраховували на абсолютно суху масу за формулою

$A = (C \times V / P \times 1000) \times K$, де: А – вміст пігментів, мг/г маси абсолютно сухої речовини; V – об'єм витяжки пігментів, мл; Р – наважка рослинного матеріалу, г; С – концентрація пігментів, мг/л; К – коефіцієнт втрати вологи. Отримані дані опрацьовували методами статистичного аналізу [8].

Результати дослідження та їх обговорення

На Розточчі старовікові букові ліси добре збережені, перебувають під охороною держави, на їх території заборонені будь-які лісогосподарські заходи. Букові угруповання, які поширені у вологих гігротопах, відзначаються складною триярусною будовою, розвиненим підліском та високою продуктивністю.

У результаті проведених досліджень мікрокліматичних показників екотопу домінантних видів мохів у різних лісових екосистемах Українського Розточчя встановлено, що у літні місяці в старовікових букових лісах у зв'язку із затіненням (зімкненість крон 0,8-0,9) інсоляція становила 3-4 тис. лк під наметом деревостану, вологість повітря над моховими дернинами становила 45-50 %, температура – 24-25 °С, ґрунт під мохами прогрівався на глибини 3-5 см до 19-21 °С, його вологість становила 42-47 % (табл. 1).

Таблиця 1

Мікрокліматичні та едафічні умови на дослідних ділянках лісових екосистем Українського Розточчя у липні-серпні 2020 року, (n=25)*

Локалітет	Зімкнутість крон	Освітлення, тис. лк	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Температура ґрунту під мохом, °С	Вологість ґрунту під мохом, %
Старовікові букові ліси	0,8-0,9	3-4	24-25	45-50	19-21	42-47
Насадження сосни звичайної	0,6-0,7	4-6	26-27	30-35	23-25	30-35
Зона стаціонарної рекреації "Верешиця"	0,4-0,5	8-10	26-28	15-29	24-25	10-19

Примітка: * – у таблиці подано діапазони вимірюваних величин; похибка вимірювань не перевищувала 15%.

Для цієї ділянки характерний численний різновіковий підріст *Fagus sylvatica* L. та *Pinus sylvestris* L. без проявів процесів дигресії рослинного покриву. Коефіцієнт рекреації (Кр) менший за 0,01, що вказує на відсутність рекреаційного тиску. Наземний моховий покрив розвинутий слабо, він наявний лише на ділянках природного відслонення лісової підстилки. Проективне покриття мохового покриву становить менше 1,0%, оскільки розвиток звичайних епігейних мохів пов'язаний із вивільненням субстрату від підстилки унаслідок діяльності тварин, вітровалу дерев та ерозійних процесів на схилах ярів. Домінантними листкостебловими епігейними

мохами в старовікових букових лісах є типові лісові верхньоспорогонні види: *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G.L. Smith., *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J.Kop., *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv. [23]. Загальний вигляд дернин у локалітетах дослідження цих мохів представлено на рис. 1.



Рис. 1. Загальний вигляд досліджуваних мохів А) *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G.L., Б) *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J.Kop., В) *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv.

У насадженнях сосни звичайної показник зімкнутості крон значно змінився і становить 0,6-0,7 на ділянках власне соснового лісу та 0,4-0,6 – на території випаленої рослинності, на якій згорів практично весь 1-3-річний підріст *P. sylvestris*. Для цієї зони характерна III стадія дигресії рослинного покриву: площа витоптаних ділянок збільшилася, а проективне покриття деревостану зменшилося. Унаслідок розрідження деревостану та підліску збільшилися освітлення на 30-50% і температура повітря на 8-10%, а вологість ґрунту зменшилася на 30-35%, порівняно із старовіковими буковими лісами (табл. 1). Зміна мікрокліматичних умов призвела до проникнення невибагливих рудеральних видів, зокрема, у трав'яному ярусі домінантним видом на значній площі став *Calamagrostis epigeios*, а серед мохів *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Dicranum montanum* Hedw. Мох *Plagiomnium affine*, який здебільшого поширений у вологих, затінених місцевиростаннях, нами поза ділянкою старовікових букових лісів не був виявлений.

Антропогенний вплив у зоні стаціонарної рекреації зумовлений інтенсивним витоптуванням, трав'яний покрив зазнав значних змін, кількість стежок істотно збільшилася, їх площа становить понад 5-15%. Ця ділянка характеризується II стадією дигресії рослинного покриву (коефіцієнт рекреації 0,05-0,1). Зімкнутість крон деревостану зменшилася до 0,4-0,5. Істотно (в 2,5 рази) збільшилася інтенсивність освітлення ділянки та в 2-4 рази зменшилася вологість ґрунту під моховими дернинами (табл. 1). Підлісок зберігся фрагментарно на невеликих ділянках. Ґрунтовий покрив на стежках та біля них, як правило, має значні сліди ушкодження, почалося витоптування підстилки. На місцях звільнених від підстилки залишилося небагато типових лісових видів, найпоширенішим з них виявився *Atrichum undulatum*, проте збільшилася кількість космополітних мохів, переважно представників ксеротолерантних рудералів та поселенців.

Таким чином, встановлено, що на дослідних ділянках старовікових букових лісів урочища "Верешиця" показники інтенсивності освітлення, вологості і

температури верхнього шару ґрунту були стабільнішими, що забезпечувало оптимальний водний і температурний режим ґрунту для розвитку різних типів мохових синузій, порівняно з ділянками з антропогенним навантаженням (вирубки та стаціонарної рекреації).

На основі результатів визначення вмісту пластидних пігментів встановлено, що влітку серед досліджуваних епігейних домінуючих листкостеблових мохів у дослідних лісових екосистемах найбільший сумарний вміст хлорофілів *a* та *b* зафіксовано у *Plagiomnium affine*, який становив 11-15 мг/г маси сухої речовини (табл. 2). Нижчий сумарний вміст пластидних пігментів встановлено у *Polytrichastrum formosum* та *Atrichum undulatum* – 7-8 та 6-8 мг/г маси сухої речовини відповідно. Відомо, що підвищена здатність рослин утримувати воду сприяє збільшенню вмісту хлорофілів у клітинах гаметофіту мохів [9]. Так, оводненість у моху *P. affine* з життєвою формою дернини з повзучими гілками становила 45-47%, тоді як у мохів з життєвою формою високої пухкої дернини *P. formosum* та низької пухкої дернини *A. undulatum* визначено у межах 10-22%.

Таблиця 2

Уміст пігментів фотосинтезу (мг/г маси сухої речовини) в гаметофіті домінуючих видів мохів з різних дослідних ділянок лісових екосистем Українського Розточчя у липні-серпні 2020 року

Місце відбору зразків мохів	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	<i>a+b</i>	каротиноїди	<i>a/b</i>	Хл/К
Старовікові букові ліси						
<i>Polytrichastrum formosum</i>	6,56±0,26	3,59±0,14	10,14±0,43	1,40±0,04	1,83	7,23
<i>Atrichum undulatum</i>	4,42±0,31	2,31±0,19	6,73±0,51	1,42±0,24	1,92	4,89
<i>Plagiomnium affine</i>	8,64±0,71	5,03±0,66	13,67±1,38	1,68±0,16	1,74	8,47
Насадження сосни звичайної						
<i>Polytrichastrum formosum</i>	5,11±0,22	3,35±0,70	8,46±0,91	0,95±0,03	1,55	9,03
<i>Atrichum undulatum</i>	5,30±0,30	2,66±0,05	7,96±0,36	1,60±0,12	1,98	5,06
Зона стаціонарної рекреації "Верещиця"						
<i>Polytrichastrum formosum</i>	4,95±0,32	3,05±0,21	8,00±0,53	1,29±0,04	1,62	6,2
<i>Atrichum undulatum</i>	5,14±0,40	2,41±0,25	7,55±0,65	1,82±0,10	2,13	4,14

Краща водоутримувальна здатність у *P. affine*, вочевидь, зумовлена видовими особливостями (переважанням у плоскій дернині стерильних пагонів з добре розвинутою повстю), оскільки мікрокліматичні умови місць існування досліджуваних видів були подібними (освітлення 3-4 тис. лк; $t_{\text{суб.}}$ 19-21°C; $t_{\text{пов.}}$ 24-25°C, вологість повітря 45-50%), що забезпечувало оптимальний водний і температурний режим ґрунту для розвитку типових лісових мохових синузій.

Результати досліджень свідчать, що за низьких рівнів інтенсивності освітлення досліджені лісові види мохів мали досить високий вміст хлорофілів (Хл). Головним пігментом реакційних центрів фотосистем був Хл *a*, тоді як Хл *b*, локалізований переважно в антенних комплексах ФС І та ФС ІІ, виконував допоміжну функцію уловлювання та передачі світлової енергії до Хл *a*. Тіневитривалі мохи, як СЗ-рослини, компенсували обмежену кількість доступної для росту світлової енергії інтенсивним збільшенням вмісту пігментів (Хл *a* і *b*), світлозбиральних комплексів та зменшенням співвідношення Хл *a/b* (табл. 2). Найважливішими факторами, що запускають ці зміни, є інтенсивність світла і енергія квантів, температура, забезпеченість водою [12].

Для вивчення процесу фотосинтезу важливим є не лише кількісні показники вмісту, а й якісні зміни співвідношення пластидних пігментів, які можуть показувати порушення в функціонуванні світлозбиральних комплексів та реакційних центрів фотосистем [10, 22]. У всіх досліджуваних домінуючих видів мохів лісових екосистем співвідношення вмісту зелених пігментів (Хл *a/b*) було в межах 1,6-2,1, що вказує на збільшення розмірів фотосистеми ІІ і більшу тіневитривалість бріофітів, що, можливо, пов'язано із особливостями їх існування, оскільки ці види є рослинами четвертого ярусу лісових екосистем.

У період вересня-жовтня на фоні збільшення вологості як повітря, так і ґрунту визначено різке зниження температури повітря приземного шару та збільшення освітленості, порівняно із літніми місяцями (табл. 3). Результати досліджень свідчать про відсутність у мохів чітких змін співвідношень Хл *a/b* з підвищенням інтенсивності освітлення.

Таблиця 3.

Мікрокліматичні умови та едафічні властивості ґрунту* дослідних ділянок лісових екосистем Українського Розточчя у вересні-жовтні 2020 року, (n=25)**

Локалітет	Зімкнутість крон	Освітлення, тис. лк	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Температура ґрунту, °С	Вологість ґрунту, %
Старовікові букові ліси	0,7-0,8	3-4	24-25	65-70	9-11	45-60
Насадження сосни звичайної	0,6-0,7	5-7,4	26-27	55-65	10-13	31-39
Зона стаціонарної рекреації "Верещиця"	0,4-0,5	6-10	26-28	30-55	11-15	12-29

Примітка: * – у таблиці подано діапазони вимірюваних величин; ** – похибка вимірювань не перевищувала 15%.

На основі результатів порівняння вмісту пігментів фотосинтезу у гаметофіті мохів із різних дослідних ділянок протягом літньо-осіннього сезону встановлено, що влітку вміст хлорофілів, насамперед Хл *b*, був вищим у *Plagiomnium affine* та *Polytrichastrum formosum*. Відтак варіювання показників співвідношення Хл *a/b* (1,55-2,13) було

незначним, тоді як співвідношення хлорофілів до каротиноїдів змінювалося істотно від 5 до 9.

В осінні місяці відзначено істотне збільшення вмісту як хлорофілів, так і каротиноїдів у *Atrichum undulatum*, причому їх підвищення корелювало із збільшенням інсоляції та змінами температурних умов. Разом з тим встановлена значна мінливість показників співвідношення Хл *a/b* (2,35-4,25) та дещо менша варіабельність показників співвідношення хлорофілів до каротиноїдів (4,28-5,08) (табл. 2, 4). Збільшення співвідношення Хл *a/b* восени, порівняно із літом, пов'язано із збільшенням освітленості дослідних ділянок та активності реакцій взаємоперетворень Хл *a* і *b*. Притаманна домінантним лісовим мохам тенденція до істотних змін співвідношення Хл *a/b* свідчить про їх пристосованість як до світла, так і до тіні, порівняно з тими мохами, які розповсюджені лише на освітлених чи затінених ділянках. У мінливих умовах освітлення рослини, адаптовані до варіювання інтенсивності світла, мають тенденцію до більш різкої зміни співвідношення Хл *a/b*. Влітку високе співвідношення Хл *a/b*, мабуть, досягалося завдяки збільшенню не лише світлозбиральних антен, а й кількості фотосистем. Підвищення значень співвідношення хл *a/b* є ознакою активації процесів фотосинтезу та активного метаболізму пігментів.

Таблиця 4

Уміст пігментів фотосинтезу (мг/г маси сухої речовини) в гаметофіті домінантних видів мохів з різних дослідних ділянок лісових екосистем Українського Розточчя у вересні-жовтні 2020 року

Місце відбору зразків мохів	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	<i>a</i> + <i>b</i>	каротиноїди	<i>a/b</i>	Хл/К
Старовікові букові ліси						
<i>Polytrichastrum formosum</i>	3,96±0,26	1,38±0,14	5,34±0,43	1,14±0,04	2,86	4,31
<i>Atrichum undulatum</i>	6,02±0,31	2,33±0,19	8,35±0,51	1,81±0,24	2,58	4,61
<i>Plagiomnium affine</i>	4,24±0,32	2,0±0,14	6,24±0,46	1,42±0,06	2,12	4,54
Насадження сосни звичайної						
<i>Polytrichastrum formosum</i>	4,18±0,32	1,42±0,21	5,60±0,53	1,21±0,05	2,94	4,63
<i>Atrichum undulatum</i>	8,85±0,42	2,08±0,16	10,93±0,58	2,15±0,05	4,25	5,08
Зона стаціонарної рекреації “Верещиця”						
<i>Polytrichastrum formosum</i>	4,86±0,22	2,04±0,70	6,89±0,91	1,49±0,03	2,39	4,62
<i>Atrichum undulatum</i>	10,23±0,30	4,35±0,05	14,87±0,36	3,41±0,12	2,35	4,28

P. formosum, який поширений як у затінених вологих місцевиростаннях, так і на відкритих місцях за нестачі вологи, має добре розвинену внутрішню провідну систему і складну структуру листкових пластинок з асиміляційними ламелями, подібну до

тканини мезофіла листка судинних рослин. Цей ендогідричний вид моху характеризується надзвичайно гнучким пігментним комплексом, що дає можливість заселяти місця виростання з широким діапазоном освітленості.

Для гаметофіту моху *A. undulatum* встановлено найбільшу мінливість вмісту каротиноїдів (1,42-3,41 мг/г маси сухої речовини): з найменшими показниками улітку на ділянці букових старовікових лісів із зімкненістю крон 0,8 та інтенсивністю освітлення 3 тис. лк та найбільшими восени у зоні стаціонарної рекреації “Верешиця” із інтенсивністю освітлення 6-10 тис. лк та зімкненістю крон 0,4-0,5. Такий вміст каротиноїдів, ймовірно, зумовлений їхньою високою антиоксидантною активністю, що запобігає фоторуйнуванню пігментного комплексу завдяки акумулюванню частини світлової енергії [5]. Вони здатні передавати енергію поглинутих квантів іншим пігментам, змінюючи спектр дії фотосинтетичного апарату. Співвідношення Хл/кар було істотно вищим влітку, що пояснюється головними функціями каротиноїдів: світлозбиральною, антиоксидантною, фотопротекторною та структурною, при тому співвідношення Хл *a/b* зменшувалося, а Хл/кар збільшувалося. Восени зменшення співвідношення Хл/кар пов’язане із фізіолого-біохімічною перебудовою метаболізму мохів, які відображаються на інтенсивності синтезу та розпаду Хл *a* і *b* та каротиноїдів. Під впливом несприятливих факторів середовища процеси розпаду Хл можуть переважати над його синтезом, що змінює співвідношення Хл *a/b*. Отже, співвідношення Хл/кар – важливий показник здатності рослин пристосовуватися до змін інтенсивності освітлення, рівня зволоження, температури.

Висновки

Результати досліджень свідчать, що пігментний комплекс мохів зазнає змін залежно від впливу мікрокліматичних та екологічних умов, що є чутливим критерієм визначення ступеня адаптації рослин до впливу природних й антропогенних чинників середовища.

Характерною ознакою мохів, що ростуть при нестачі світла у старовікових букових лісах, є підвищений вміст Хл *b* і, відповідно, знижене співвідношення Хл *a/b*.

Значні межі варіювання вмісту каротиноїдів і співвідношення Хл/кар слугують показником здатності рослин пристосовуватися до широкого діапазону змін рівня освітленості, зволоження та температури.

Мох *Atrichum undulatum*, що росте переважно в незатінених місцевиростаннях, проявляє вищу здатність до адаптації при зростанні інтенсивності світла, зміни температурного і водного режиму, порівняно з *Polytrichastrum formosum*, який поширений здебільшого в умовах затінення.

1. Гавриленко В. Ф. Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. Учебное пособие. – М.: Высшая школа. – 1975. – 392 с.
2. Генсирук С. А., Нижник М. С., Возняк Р. Р. Рекреационное использование лесов. – К.: Урожай. – 1987. – 246 с.
3. Григора І. М., Соломаха В. А. Основи фітоценології. – К.: Фітосоціоцентр. – 2000. – 240 с.
4. Ипатов В. С., Тархова Т. Н. Микроклимат моховых и лишайниковых синузий в сосняке зеленомошно-лишайниковом // Экология. – 1982. – № 4. – С. 27.
5. Кияк Н. Фотосинтетична активність мохів на дегазованих територіях видобутку сірки // Вісник Львівського університету. Сер. : Біологічна. – 2013 – Вип. 62. – С. 170-179.

6. Кияк Н. Я., Баїк О. Л., Кіт Н. А. Морфо-фізіологічна адаптація бріофітів до екологічних факторів на дегазованих територіях видобутку сірки // Scientific Journal «ScienceRise:Biological Science». – 2017. – № 5(8). – С. 33-38.
7. Кіт Н.А. Особливості стійкості мохів до водного дефіциту на дегазованих територіях видобутку сірки // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2012. – Т.3(10), № 1. – Р. 191-198.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.
9. Матвеева Н. А., Кваско О. Ю. Вміст фотосинтетичних пігментів в трансгенних рослинах цукорію з геном туберкульозного антигена ESAT6 // Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки. – 2010. – Вип. 2. – С. 249-253.
10. Сиваш О. О., Михайленко Н. Ф., Золотарьова О. К. Варіація співвідношення вмісту хлорофілів а і b при адаптації рослин до зовнішніх чинників // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. – 2018. – Вип. 3 (45). – С. 49-73.
11. Фоменко Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія: Навч. посібник. – К.: Центр навч. літ., 2007. – 312 с.
12. Glime, J. M. Light: Effects of High Intensity. Chapt. 9-3. 2017. In: Glime, J. M. Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. 9-3-1 Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 9 April 2021 and available at: <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>
13. Griffin-Nolan R. J., Zelehowsky A., Hamilton J. G., Melcher P. J. Green light drives photosynthesis in mosses // Journal of Bryology/ – 2018. – 40(4). – P. 342-349.
14. Kyiak N. Y., Lobachevska O. V., Rabyk I. V. Kyiak V. H. Role of the bryophytes in substrate revitalization on a post-technogenic salinized territory // Biosystems Diversity. – 2020. – 28(4) – P. 419-425.
15. Lobachevska O. V., Kyiak N. Y., Rabyk I. V. Ecological and physiological peculiarities of bryophytes on a post-technogenic salinized territory // Biosystems Diversity. – 2019. – 27(4). – P. 342-348.
16. Malenovský Z., Turnbull JD., Lucieer A., Robinson SA. Antarctic moss stress assessment based on chlorophyll content and leaf density retrieved from imaging spectroscopy data // New Phytol. – 2015. – Vol. 208, issue 2. – P. 608-624.
17. Mölder, A., Schmidt, M., Schönfelder, E., Engel, F., Schulz, F. Bryophytes as indicators of ancient woodlands in Schleswig-Holstein (Northern Germany). Ecological Indicators. – 2015. – 54. – P. 12-30.
18. Onianwa P.C. Monitoring Atmospheric Metal Pollution: A Review of the Use of Mosses as Indicators // Environmental Monitoring and Assessment volume. – 2001. – 71. – P. 13-50.
19. Proctor M. C. F Mosses and alternative adaptation to life on land // New Phytologist. – 2000. – 148. – P. 1-6.
20. Shmakova N., Ermolaeva O. The pigment complex and photosynthetic activity in the annual cycle of Polytrichum commune in the forest belt of the Khibiny Mountains on the Kola Peninsula of Russia // Czech Polar Reports. – 2020. – 10(1). – P. 37-49. DOI: 10.5817/CPR2020-1-4
21. Sumanta N., Haque C. I., Nishika J., Suprakash R. Spectrophotometric Analysis of Chlorophylls and Carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extracting Solvents // Research Journal of Chemical Sciences. – 2014. – Vol. 4(9). – P. 63-69.
22. Zhang C., Huang Y., Xiao Z., Yang H., Hao Q. Yuan, S., ... & Huang, W. A GATA Transcription Factor from Soybean (Glycine max) Regulates Chlorophyll Biosynthesis and Suppresses Growth in the Transgenic Arabidopsis thaliana // Plants. – 2020. – 9(8). – P. 2-5.
23. Zubeł R., Danylkiv I., Rabyk I., Lobaczewska O., Soroca M. Bryophyte of the Roztocze region (Poland and Ukraine) // Maria Curie-Skłodowska University. Lublin. – 2015. – 145 p.

Beshley S.V., Lobachevska O.V., Sokhanchak R.R.

Seasonal changes in the content of plastid pigments in the hametophyte of dominant mosses in forest ecosystems of Ukrainian Roztochchya

Poikilohydric mosses, as one of the most sensitive groups of plants to the influence of habitat conditions, responding to environmental factors, demonstrate adaptations, which differ from vascular plants, for the prediction of changes in the natural environment. The changes in the content of photosynthesis pigments and their ratio in dominant deciduous epigeal species of mosses depending on changes in stand crowns, insolation intensity, water-temperature regime of soil and air in local ecosystems of Ukrainian Roztochchya were analyzed. Due to the significant projective cover and closed crowns in the area of ancient forests, the 30-50% lower indicators of light intensity, 8-12% of substrate temperature under moss turf, and 43-50% higher indicators of its humidity compared to pine plantations were identified. Anthropogenic impact in the area of stationary recreation was conditioned by the intensive trampling, which led to a decrease in the closure of the tree crowns (up to 0,4-0,5), an increase in light intensity by 2,5 times, and a decrease in soil moisture under moss turf by 2-4 times. The shade-tolerant *Polytrichastrum formosum*, *Atrichum undulatum* and *Plagiomnium affine* mosses compensated the limited amount of light energy available for growth by intensively increasing of the content of pigments (chlorophylls a and b), light-harvesting complexes and reducing of the chlorophylls a/b ratio to 1,6-2,1. A significant variability in the ratio of chlorophylls to carotenoids from 5 to 9 was found. Significant limits of variation in the content of carotenoids and the ratio of chlorophylls to carotenoids served as an indicator for assessing the edapho-climatic changes in the living conditions of bryophytes in forest ecosystems. Significant variability in the ratio of chlorophylls a/b (2,35-4,25) in autumn in comparison with such indicators in summer is associated with increased illumination of the experimental areas and the activity of the reactions of mutual transformations of chlorophylls a and b. The increase in the values of the ratio of chlorophylls a/b caused by the activation of pigment metabolism indicates their adaptation to both light and shadow. In autumn, the decrease in the ratio of chlorophylls to carotenoids (in the range of 4,31-5,08) is associated with the intensity of synthesis and decomposition of chlorophylls a and b, and carotenoids, which can be used as an important indicator of plant adaptation ability to the changes in light intensity, humidity, and temperature.

Key words: dominant species of bryophytes, chlorophylls, carotenoids, pigment ratios, forest ecosystems, Ukrainian Roztochchya.

ЗМІСТ

CONTENTS

Музеологія * Museology

Стор.

- Чернобай Ю. М.** Дедуктивна музеєзація фітодетритного компонента лісових оселищ 3
- Deductive museumization of the phytodetritus component of forest community
- Загороднюк І. В.** Ховрахи війни: історія зоологічних досліджень та колекцій *Spermophilus* в умовах Райхскомісаріату Україна 17
- Ground squirrels of the war: a history of zoological research and *Spermophilus* collections in the Reichskommissariat Ukraine
- Загороднюк І., Болотіна І., Улюра Є.** Ссавці з території Білорусі у колекціях природничих музеїв України 39
- Mammals from Belarus in the collections of natural history museums of Ukraine
- Рукавець Є. В., Гуштан Г. Г.** Кліщі-нотриди (Acari: Oribatida: Nothridae) у колекції Державного природознавчого музею НАН України 57
- Nothrid mites (Acari: Oribatida: Nothridae) in the collection of the State Museum of Natural History of NAS of Ukraine
- Середюк Г. В., Савицька А. Г.** Освітній потенціал наукових природничих колекцій ДПМ НАН України: музейна програма "Урок в музеї" 63
- Educational potential of scientific natural groups of DPM NAS of Ukraine: museum program "Lesson in the Museum"

Екологія * Ecology

- Капрусь І. Я., Гусак О. В.** Особливості таксономічної та екологічної структури лісових таксоценів колембол Східного Поділля 75
- Peculiarities of taxonomic and ecological structure of forest toxocene of Collembola of Eastern Podillya
- Химин О.І., Капрусь І. Я.** Структурні трансформації таксоцену Collembola під впливом інвазії дуба червоного в лісові екосистеми Яворівського НПП . 87
- Struktural trasformations of tasocene Collembola under the influence of red oak invasion in the forest ecosystem of the Yavorivsky NNP
- Бешлей С. В., Лобачевська О. В., Соханьчак Р. Р.** Сезонні зміни вмісту пластидних пігментів у гаметофіті домінантних мохів у лісових екосистемах Українського Розточчя 95
- Seasonal changes in the content of plastid pigments in the hametophyte of dominant mosses in forest ecosystems of Ukrainian Roztochchya
- Гойванович Н. К., Бриндзя І. В.** Моніторинг якості криничних вод Жидачівського району Львівської області 105
- Quality monitoring of well waters of Zhydachiv district of Lviv region

Щербаченко О. І. Стійкість мохів <i>Bryum argenteum</i> Hedw. і <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. до впливу іонів важких металів	115
Resistance of mosses <i>bryum Argenteum</i> Hedw. and <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. to the effect of heavy metal ions	
Орлов О. Л., Рагуліна М. Є., Леневиц О. І. Оцінка впливу рекреаційного навантаження на ґрунти лісової стежки "Бучина" НПП "Сколівські Бескиди"	123
Influence estimation of recreation pressure on the forest trail "Buchyna" NNP "Skolivs'ki Beskydy"	
Рагуліна М. Є., Орлов О. Л. Мохова рослинність скельних виходів ЛЗ "Чортова Скеля" та її антропогенна динаміка	131
Bryophyte vegetation of the rock outcrops of "Chortova Skelia" forest reserve and its anthropogenic dynamics	
Леневиц О. І. Просторова та часова динаміка зміни лісової підстилки на туристичних шляхах (на прикладі НПП "Сколівські Бескиди")	143
Dimensional and time span dynamics of forest litter on track (for example NNP "Skolivski Beskydy"	
Гуштан Г. Г., Гуштан К. В. Апробація програмного комплексу "Біорізноманіття України" на прикладі панцирних кліщів (Acari: Oribatida) Закарпаття	155
Approbation of the software complex "Biodiversity of Ukraine" on the example of oribatid mites (Acari: Oribatida) of Transcarpathi	
Гураль-Сверлова Н. В., Гураль Р. І. Історія проникнення антропохорних видів моллюсків на захід України	161
History of the penetration of anthropochorous mollusc species to western Ukraine	
Гураль-Сверлова Н. В., Лижечка О. Ф. Перша знахідка лісової цепені <i>Cepaea nemoralis</i> (Gastropoda, Helicidae) у Тернопільській області та специфічність фенетичної структури виявленої колонії	173
First record of the grove snail <i>Cepaea nemoralis</i> (Gastropoda, Helicidae) in Ternopil region and specificity of the phenotypic composition of the found colony	
Химин М. В. Характеристика видимих осінніх міграцій журавля сірого <i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758) у НПП "Прип'ять-Стохід" у 2012-2017 рр.	181
Characteristics of visible autumn migrations of the common crane <i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758) in NNP "Prypiat-Stokhid" in 2012-2017	

Ентомологія * Entomology

Заморока А. М. Чи є осівцеві монофілетичними? Докази філогенетичного аналізу за п'ятьма генами	191
Is clytini monophyletic? The evidence from five-gene phylogenetic analysis	

Гірна А. Я. Рідкісні та маловідомі види павуків Волинського Полісся (Україна)	215
• Rare and poorly known spider species of the Volhynian Polissia (Ukraine)	
Коваль Н. П., Глотов С. В., Чумак В. О. Жуки-стафілініди (Coleoptera: Staphylinidae) верхньої межі лісу Полонинського хребта (в межах Ужанського НПП)	223
• Staphylinidae beetles (Coleoptera: Staphylinidae) of the upper forest line of the Polonynskyi ridge of Uzhanskyi NNP	
Попович Т. Ю., Симочко В. В. Біологічні особливості та фенологія розвитку короїда непарного західного (<i>Xyleborus dispar</i> F.) на території Закарпаття	243
• Biological features and phenology of the odd bark beetle development (<i>Xyleborus dispar</i> F.) on the territory of Transcarpathia	
Короткі повідомлення * The brief messages	
Бублик Я. Ю., Климишин О. С. Нові для території України види ксилотрофних аскомікотів, виявлені у Сколівських Бескидах (Українські Карпати)	251
• New for the territory of Ukraine species of xylophilic ascomycetes found in Skolivski Beskydy (Ukrainian Carpathians)	
Середюк Г. В., Коваль Н. П., Чумак В. О. Знахідка <i>Wesmaelius subnebulosus</i> (Stephens, 1836) (Neuroptera, Hemerobiidae) на Закарпатті	255
• Find of <i>Wesmaelius subnebulosus</i> (Stephens, 1836) (Neuroptera, Hemerobiidae) in Transcarpathia	
Варивода М. В., Дєдусь В. І., Чумак М. В., Чумак В. О., Штокало С. С., Веремій Т. Ю. Нові локалітети жука-самітника (<i>Osmoderma barnabita</i> Motschulsky, 1845) на заході України	259
• New localities of the hermit beetle (<i>Osmoderma barnabita</i> Motschulsky, 1845) in western Ukraine	
Родич Т. В. Нові знахідки <i>Arianta arbustorum</i> (Gastropoda: Helicidae) на території міста Львова	263
• New finds of <i>Arianta arbustorum</i> (Gastropoda: Helicidae) in the city of Lviv	
Ювілейні дати * Anniversaries	
До 75-ліття від дня народження професора Ю. М. Чернобая	265
Чернобай Ю. М. Слово про професора Й. В. Царика	267
Втрати науки * Loss of science	
Різун В. Б., Білонога В. М., Кияк В. Г. Світлій пам'яті Андрія Костянтиновича Малиновського	271
Хроніка * Current issues	
Середюк Г. В. Про діяльність Державного природознавчого музею НАН України у 2020 році	273
Правила для авторів * Rules for authors	275

Національна академія наук України
Державний природознавчий музей

Наукове видання

НАУКОВІ ЗАПИСКИ ДЕРЖАВНОГО ПРИРОДОЗНАВЧОГО МУЗЕЮ

Випуск 37

PROCEEDINGS OF THE STATE NATURAL HISTORY MUSEUM

Issue 37

Українською та англійською мовами



Головний редактор І. Я. Капрусь

Комп'ютерний дизайн і верстка О. С. Климишин, Т. М. Щербаченко

Адреса редакції:
79008 Львів, вул. Театральна, 18
Державний природознавчий музей НАН України
телефон / факс: (032) 235-69-17
e-mail: editorship@smnh.org
<http://science.smnh.org>

Формат 70×100/16. Обл.-вид. арк. 22,42. 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.