

УДК 504.73:581.526.42:574.3+58.03

Вишенська І. Г., Жовтенко А. А., Дідух Я. П.

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАПАСУ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ

Проведено аналіз різних методик відбору зразків лісової підстилки для визначення її запасів у лісах різного типу. Порівняльне дослідження із визначення запасу органічної речовини у підстилці соснового та дубового лісів методом відбору за допомогою шаблону 50x50 см та циліндром діаметром 15 см показало, що метод відбору за допомогою циліндра зручніший та надійніший. У статті обговорюється важливість проведення стандартизації умов відбору зразків при застосуванні обох методів.

Ключові слова: лісова підстилка, методика, відбір зразків, запас органічної речовини.

У функціонуванні лісових екосистем підстилка відіграє важливу роль. Склад і товщина шару підстилки залежить від динаміки її накопичення та умов розкладання і є специфічними для різних типів екосистем. Саме підстилка обумовлює формування ґрунтового горизонту, а запасений в ній органічний вуглець визначає кругообіг багатьох речовин у природі. Накопичена у органічній речовині підстилки енергія підтримує баланс екосистем і є важливим показником їх стабільності. За Медвецькою-Корнась [3], кількість підстилки, акумульованої на даний момент на певній площі екосистеми, виражається в її біомасі або врожаї, що оцінюється у одиницях ваги або енергії на одиницю площі.

Незважаючи на те, що дослідження лісової підстилки тривають вже понад 100 років, методика її відбору ще досі не набула чіткої стандартизованої форми, що в багатьох випадках стає перешкодою для порівняння даних різних дослідників або призводить до дуже великих розбіжностей та дискусій щодо достовірності результатів. У процесі досліджень ми використовували різні методики відбору, що викликало необхідність порівняння отриманих даних.

Лісова підстилка та методи її відбору

Підстилкою у лісових екосистемах зазвичай називають верхній шар відмерлих решток частин надземної рослинності. Відмерлі прямостійні стовбури дерев до підстилки не належать [3]. Серед компонентів підстилки розрізняють листя

(хвою), гілки, плоди, кору, квітки, бруньки, луски, трухлявину або детрит. Детритом називають рештки, які складаються з подрібнених, майже перегнилих частинок різних компонентів підстилки, які втратили первинну форму. Детрит вирізняється темнішим кольором [7].

Відбирають підстилку роздільно за шарами або суцільно [4]. Верхній шар L (A_0^1) складається з ще нерозкладеного свіжого опаду, компоненти якого добре відрізняються: листя, кора, дрібні гілки, плоди тощо. Під ним знаходиться шар F (A_0^2), до якого належать компоненти підстилки, які вже значно пошкоджені процесом розкладання, але невеликі частинки їх все ще зберігають свою морфологічну структуру. Нижній шар підстилки H (A_0^3) є власне детритом, що виглядає більш-менш однорідною органічною масою темного кольору. Габаритні частини підстилок, такі як великі гілки, пні та шматки кори, відбирають окремо.

Енергетичний запас підстилки, так само, як і запас органічної речовини або вуглецю в ній, зазвичай визначають за допомогою загальноприйнятих методик, розроблених ще в середині ХХ ст. Виділяють методики, що ґрунтуються на визначенні кількості опаду за допомогою встановлення опадовловлювачів, та методики, які передбачають збирання підстилки безпосередньо з поверхні ґрунту. Підстилка – це результат кількарічного процесу накопичення та розкладання опаду і її кількісний та якісний склад до-

стовірніше досліджувати, відбираючи певну кількість підстилки саме в даний момент.

Для дослідження кількісного та якісного складу підстилки необхідно визначити дослідну ділянку, місце відбору всередині неї, вибрати інструменти для відбору, методику подальшої обробки проб та визначення вмісту органічної речовини, і нарешті, статистичної обробки отриманих даних.

Під час вибору дослідних ділянок головним є знаходження якомога одноріднішої частини, що репрезентує екосистему, яку необхідно дослідити. Ділянка має бути представлена одною рослинною асоціацією, або навіть субасоціацією чи фацією площею до 1 га [3].

Серед інструментів, які використовуються для відбору підстилки в умовах, коли неможливо застосовувати опадовловлювачі, можна виділити шаблони визначеної площі та форми або стрічки. Площа шаблону повинна перевищувати 100 см² [2]. Рекомендовано застосовувати металічні шаблони площею від 250 до 500 см² [5]. Часто пропонують використовувати квадратні або прямокутні шаблони із заданими розмірами, наприклад 20×20 см [4]. У разі використання такого шаблону необхідно відбирати проби у 50-кратній повторності з кожної дослідної ділянки [2], але якщо місцевість однорідна, тоді достатньо відібрати 20–30 зразків підстилки [4,6]. Іншим методом обліку підстилки є відбір великих проб (1м²) в 5- або 10-кратній повторності вздовж трансекти [2]. На практиці дослідники для визначення запасів лісової підстилки використовували шаблони розмірами 50×50 см [8], 20×25 см [5] та циліндри. С. Капстік [9] використовував маленькі циліндричні проби площею 1,00, 2,63, 8,50 та 41,50 см² в 20-кратній повторності. Австралійські вчені [10] використовували кільце і відбирали проби в 6- або 12-кратній повторності. У праці Л. Родіна із співав. [6] вказано, що шаблон повинен мати діаметр 20–25 см, форма шаблону не уточнюється. Так само А. Медвецька-Корнась пропонує використовувати шаблони будь-якої зручної для дослідника форми площею 1000 см² у 25–30-кратній повторності [3].

Більшість авторів пропонують відбирати підстилку рандомізованим методом, тобто у випадкових місцях дослідної ділянки, в той же час Л. О. Карпачевський і Н. К. Кисельова [2] радять відбирати підстилку методом шаблону по радіусу парцели, ставлячи шаблон один біля одного підряд; або без шаблону за допомогою стрічок завширшки 20–40 см і завдовжки 2–4 м, прокладаючи їх від стовбура дерева або середини вікна до сусіднього дерева.

Після відбору зразки підстилки залежно від завдання розділяють на фракції та висушують

до абсолютно сухої маси з подальшим визначенням вмісту вуглецю або дослідження хімічного складу.

Метою нашого дослідження було знайти найкращий методичний підхід до відбору лісової підстилки з огляду на такі важливі моменти:

1. Стандартизація умов відбору зразків.
2. Збільшення швидкості відбору проб з метою економії часу.
3. Зменшення дисперсії вибіркового розподілу (найменша похибка кількісних показників проб).
4. Мінімізація втрати підстилки по радіусу шаблону.
5. Універсальність для відбору проб у лісах різного типу.
6. Оцінка різниці даних при використанні різних способів відбору.

Об'єкти дослідження та опис методики

У нашому дослідженні порівнювались результати відбору підстилки методом стандартних шаблонів розміром 50×50 см та за допомогою металевого циліндра діаметром 15 см. Площа зрізу останнього становила понад 700 см², що зіставимо з площею зразків у роботі [3]. Повторність відбору зразків підстилки в обох варіантах становила 20 проб з огляду на достатню однорідність обраних ділянок.

Проби підстилки збирали на двох дослідних ділянках у хвойному (сосновому) та листяному (дубовому) лісах. Перша ділянка знаходиться в кв. 22 Конча-Заспівського лісництва та представлена асоціацією *Dicrano-Pinetum* (союз *Dicrano-Pinion* кл. *Vaccinio-Piceetea*). Це штучні насадження соснового лісу, їх вік становить близько 60 років. Друга модельна ділянка розташована в кв. 12 цього ж лісництва в заплаві річки Сіверки та представлена дубовими лісами, що належить до угруповань кл. *Quercetea robori-petraeae*. Це старий дубовий ліс природного походження віком понад 100 років. Детальніший опис ділянок наведено у попередній роботі [1].

Зразки підстилки відбирали у червні 2009 р. З метою стандартизації умов під час відбору проб ми дотримувалися такого принципу розташування шаблонів: обирали типову для місцевості ділянку, оминаючи великі гілки або скупчення кори та шишок, на відстані не більше 1–1,5 м від стовбура дерева.

Кожну відібрану пробу підстилки складали в пронумерований пакет і зважували на місці, розраховуючи середнє значення. Для того, щоб уникнути відчуження великої кількості органічної речовини з природного об'єкта, що має статус заказника загальнодержавного значення, після

Таблиця 1. Запас органічної речовини
у компонентах підстилки дубового та соснового лісів, г/м²

Метод відбору	Гілки	Листя/Хвоя	Плоди	Детрит	Підстилка у цілому
Дубовий ліс					
50x50	308,75 ± 87,44	339,58 ± 108,12	19,75 ± 12,08	1086,50 ± 123,43	1423,52 ± 134,38
Циліндр	535,89 ± 173,15	302,60 ± 82,13	57,46 ± 24,24	1265,98 ± 227,62	1864,76 ± 264,80
Сосновий ліс					
50x50	346,34 ± 104,94	265,79 ± 61,85	348,09 ± 92,42	1344,48 ± 187,82	2321,07 ± 372,53
Циліндр	594,69 ± 137,43	186,78 ± 28,89	466,63 ± 144,70	741,35 ± 85,18	2326,49 ± 397,13

зважування ці проби розбирали на компоненти підстилки: хвою або листя, дрібні гілочки, шишки або жолуді, відмерлий травостій та детрит (перегній, труха, дрібні нерозпізнані об'єкти). Кожну фракцію проб зважували, потім з них відбирали три проби, значення яких були найближчими до середніх показників. У лабораторії ці проби висушували протягом 24 год у сушильній шафі при температурі 65 °С до абсолютно сухого стану та знову зважували. Отримані показники відображали суху масу органічної речовини у пробах, з якими проводили подальші дослідження.

Енергетичний запас підстилки оцінювали за вмістом органічної речовини у окремих компонентах підстилки (листовий опад, плоди, гілки та детрит). На нашу думку, такий підхід є доцільнішим для досліджень енергетичного запасу та потоку енергії в лісових екосистемах, ніж загальноприйнятий за шарами підстилки [4]. При визначенні запасу органіки пошарово можливі великі похибки через змішування складових шарів. У той же час окремі компоненти підстилки мають різний запас органіки та різну швидкість розкладання. Саме покомпонентний аналіз лісової підстилки є найбільш прийнятним для енергетичних досліджень.

Для того, щоб запобігти переоцінюванню запасів підстилки через забруднення її мінераль-

ними речовинами, детрит після висушування у сушильній шафі випалювали при температурі 400–500 °С. В результаті були отримані такі коефіцієнти корекції: для соснового лісу 0,4 та для дубового – 0,55. Вміст чистої органічної речовини у детриті кожного з лісів визначали множенням його початкової абсолютно сухої маси на відповідний коефіцієнт.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою дисперсійного аналізу отриманих даних в програмі Excel Microsoft Office, крайні значення варіаційних рядів відкидали.

Результати та їх обговорення

Валідність (дійсність) методу. При проведенні дослідження обома способами – за допомогою квадратного шаблона та циліндра – було відібрано приблизно однакову кількість підстилки (табл. 1).

Порівняння результатів визначення запасів органічної речовини у компонентах підстилки дубового та соснового лісів за допомогою обох методів показало близькі результати. У перерахунку на одиницю площі ці показники були вище при відборі зразків методом циліндра, особливо це стосувалось таких компонентів, як гілки та плоди (рис. 1, 3).

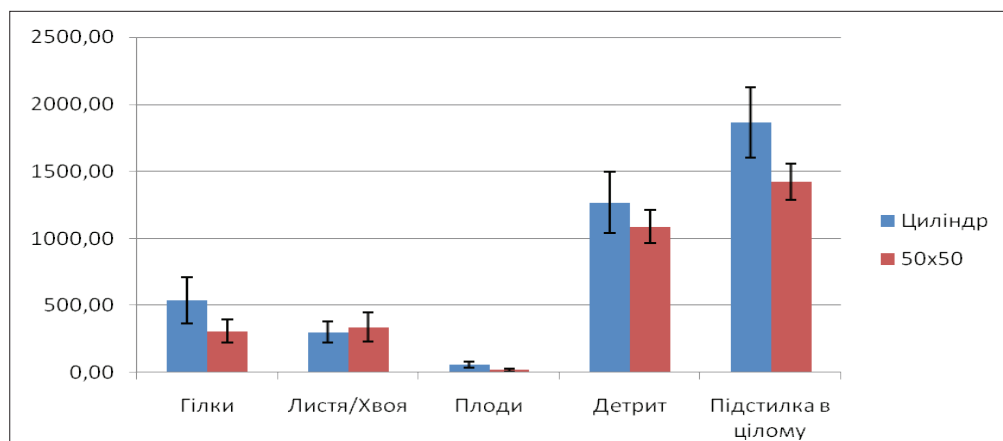


Рис. 1. Запас органічної речовини у компонентах підстилки дубового лісу, г/м²

Рис. 2. Частки кожного з компонентів підстилки дубового лісу у пробах, відібраних різними методами, %



Співвідношення між основними компонентами підстилки (листя, хвоя, детрит) були близькими за значеннями у дубовому лісі та незначно відрізнялися в сосновому лісі (рис. 2, 4).

Так, у підстилці дубового лісу відносні частки листя, гілок та плодів методом шаблона становили 18, 19 та 1 % відповідно, а методом циліндра ці частки дорівнювали 25, 24 та 3 % відповідно при дещо вищій частці плодів (рис. 2).

У підстилці соснового лісу за рахунок великого розміру шишок, які потрапляли при відборі зразків циліндром, значно збільшувалась відносна частка плодів (рис. 4). Утім, за показником запасу органіки на 1 м² підстилки обома методами різниця виявилась незначною і недостовірною.

Загалом, можна відзначити, що методом циліндра показники загального запасу органічної

речовини в одиниці об'єму підстилки були вище, ніж методом шаблона (табл. 1, рис. 1 (підстилка)).

Надійність методу. Статистична обробка результатів відбору підстилки у лісових екосистемах за допомогою квадратного шаблона 50x50 см та циліндра виявила високу надійність обох методів, але метод відбору за допомогою циліндра показав нижчі відносні похибки майже в усіх компонентах підстилок обох лісових екосистем (табл. 2). Найвищий ступінь варіювання в обох лісах мають плоди, що могло бути спричинено їх незначною кількістю та нерівномірним розподілом на ділянках.

Для зразків, відібраних методом циліндра у дубовому лісі, відносні похибки вмісту органіки у гілках, а особливо у листі та плодах були суттєво нижче, ніж методом шаблона (див. табл. 2)

Таблиця 2. Відносні похибки вимірювання запасів органічної речовини у компонентах лісової підстилки, %

Метод відбору	Гілки	Листя/Хвоя	Плоди	Детрит	Підстилка в цілому
Дубовий ліс					
50x50	28,32	31,84	61,14	11,36	9,44
Циліндр	32,31	27,14	42,18	17,98	14,20
Сосновий ліс					
50x50	30,30	23,27	26,55	13,97	16,05
Циліндр	23,11	15,47	31,01	11,49	17,07

Рис. 3. Запас органічної речовини у компонентах підстилки соснового лісу, г/м²

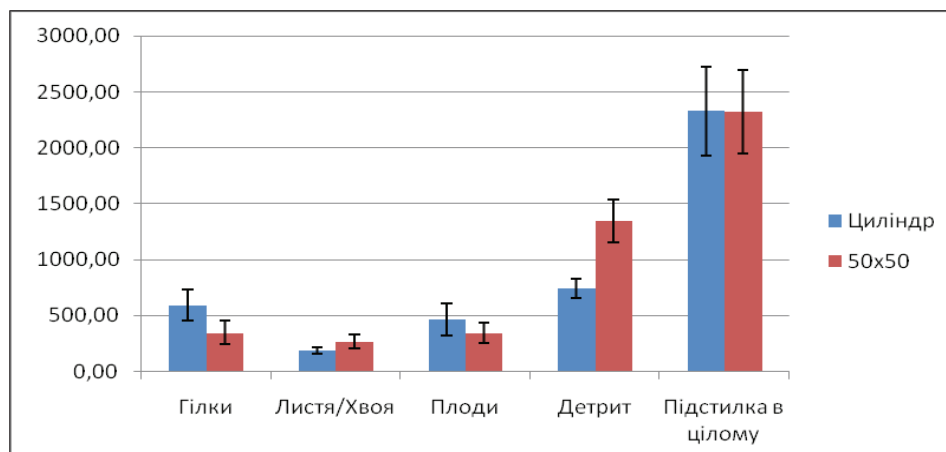




Рис. 4. Частки кожного з компонентів підстилки соснового лісу у пробах, відібраних різними методами, %

Різниця за листям становила 4,7 %, а за плодами – 18,96 %. Лише за детритом відносна похибка методом шаблона була на 6,62 % менше (див. табл. 2).

У сосновому лісі відносні похибки показників вмісту органічної речовини при відборі зразків циліндром були за всіма компонентами підстилки, крім плодів, нижчими, ніж методом шаблона (див. табл. 2).

Стандартизація умов відбору зразків підстилки. За рахунок стандартизації умов місця відбору кожного зразка значно зменшується варіювання даних всередині ряду і 20 проб можна вважати достатнім для визначення запасів органічної речовини у компонентах підстилки в обох лісових екосистемах, що підтверджують статистичні значення похибок. Стандартизація умов проводилась за трьома показниками: типовість ділянки фітоценозу, відбір повнокомпонентних зразків та обмеження місця відбору зразка відстанню до стовбура дерева. Відбір проб з ділянки, яку представляє типовий фітоценоз, означав, що при наявності трав'яного покриву він повинен потрапити у зразок, так само як і решта компонентів. Відстань 1–1,5 м від стовбура дерева

дає змогу відібрати зразки із вмістом типових для цієї екосистеми плодами, а також уникнути великого скупчення кори, яка загалом лежить безпосередньо під деревом.

Висновки

Порівняння процесу відбору та отримання результатів дають змогу зробити висновок, що відбір за допомогою циліндра має більше переваг, ніж за допомогою квадратного шаблона 50x50 см. По-перше, циліндр своєю масою чітко «вирізає» виділену для відбору ділянку підстилки, тому немає ризику відібрати зайве з країв, а при цьому мінімізуються втрати підстилки по радіусу циліндра. По-друге, використання циліндра потребує менше часу і тому швидше можна відібрати необхідну кількість зразків підстилки. По-третє, за допомогою циліндра при меншій похибці можна відібрати зразки меншої площі, а це означає, що порушується менша частка підстилки лісової екосистеми в ході дослідження. При цьому отримані показники характеризувалися нижчою похибкою, ніж при відборі за допомогою квадратів.

- Вишенська І. Г. Порівняльна оцінка енергетичного запасу лісової підстилки хвойних та листяних типів фітоценозів / І. Г. Вишенська, Я. П. Дідух, А. А. Скіданова, У. М. Альошкіна // Наукові записки НаУКМА. – 2009. – Том 93. Біологія та екологія. – С. 40–44.
- Карпачевский Л. О. О методике учета опада и подстилки в смешанных лесах / Л. О. Карпачевский, Н. К. Киселева // Лесоведение. – 1968. – №3. – С. 73–79.
- Медвеца-Корнась А. Методы учета накопления подстилки наземными макрофитами / А. Медвеца-Корнась // Ботанический журнал. – 1970. – Т. 55. – № 2. – С. 273–279.
- Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / [Н. И. Базилевич, А. А. Титлянова, В. В. Смирнов и др.] – М. : Мысль, 1978. – 183 с.
- Программа и методика биологических исследований / [Под ред Н. В. Дылиса]. – М. : Наука, 1974. – 401 с.
- Родин Л. Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Л. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Ленинград : Наука, 1967. – 145 с.
- Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю. М. Чорнобай. – Львів: ДЛІМ НАН України, 2000. – 352 с.
- Ярошенко П. Д. Значение весового анализа подстилки при характеристике лесных ценозов / П. Д. Ярошенко, Е. И. Дженюк // Доклады Академии наук СССР. – 1951. – Т. 81. – № 1. – С. 89–92.
- Capstick C. K. The use of small cylindrical samples for estimating the weight of forest litter / C. K. Capstick // Progress in soil zoology. – London, 1962. – P. 353–356.
- John Turner. Litterfall and forest floor dynamics in *Eucalyptus pilularis* forests / John Turner, Marcia J. Lambert // Austral Ecology. – 2002. – № 27. – P. 192–199.

I. Vyshenska, A. Zhovtenko, Ya. Didukh

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE FOREST BEDDING ENERGY STORAGE ESTIMATION

The estimation of the energy storage of the forest bedding has been conducted by two sampling techniques in different type forests. Comparative study of energy storage in the forest floor of coniferous and deciduous forests were done for sampling techniques with using 50x50 cm gauge and 15 cm diameter metal cylinder. It is shown that cylinder technique was more convenient and reliable. The role of standardization of sampling conditions for both techniques was discussed.

Keywords: forest bedding, energy storage, gauge, cylinder.

УДК 582.574.34:502.75

Мельник В. І., Баточенко В. М., Діденко С. Я

ПОПУЛЯЦІЇ *LEUCOUM VERNUM* L. (AMARYLLIDACEAE) НА СХІДНІЙ МЕЖІ АРЕАЛУ

Наведено результати вивчення географічного поширення, умов місцезростань та сучасного стану популяції рідкісного, внесеного до Червоної книги України (2009) виду *Leucoum vernum* (Amaryllidaceae) на східній межі ареалу. Описані нові місцезнаходження *Leucoum vernum* на Подільській височині та на Малому Поліссі, запропоновано рекомендації зі створення нових природно-заповідних територій для охорони популяцій виду у Львівській області.

Ключові слова: *Leucoum vernum* L., популяція, ареал, місцезростання, Подільська височина, Мале Полісся.

Вступ

Декоративний ранньовесняний ефемероїд *Leucoum vernum* L. (Amaryllidaceae) – рідкісний вид флори України, внесений до Червоної книги України [8]. Він є рідкісним видом флори всієї Європи, внесений до Червоних книг або списків видів, які перебувають під охороною у Чехії та Словаччині, Німеччині, Австрії, Сербії, Хорватії, Швейцарії, Валлонії (Бельгія) та в регіональні червоні списки рослин Італії та Франції [13, 15–17, 20, 21]. Карпатський підвид цього виду *L. vernum* subsp. *carpathicum* (Spring.) O. Schwarz. внесений до списків видів, що потребують охорони Міжнародного союзу охорони природи [23].

Охорони заслуговує кожне місцезнаходження цього підвиду. Особливої уваги потребують найсхідніші ізольовані місцезнаходження *L. vernum* subsp. *carpathicum* у рівнинній частині України. Перешкодою в організації охорони популяцій цього виду на східній межі ареалу є недостатня їх вивченість у географічному та еколого-ценотичному відношеннях.

Матеріали та методи досліджень

У 2006–2010 рр. нами проведено вивчення географічного поширення, умов місцезростань та структури популяцій *L. vernum* на східній межі ареалу (у Львівській обл.). На основі польових досліджень, аналізу літературних джерел та матеріалів гербаріїв Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (KW), Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України (KWH), Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка (KWH) Львівського університету ім. І. Франка (LW), Ужгородського університету (UU), Чернівецького університету (CHER), Ботанічного інституту ім. В. Л. Комарова РАН (м. Санкт-Петербург, LE) складена картосхема географічного поширення *L. vernum* в Україні. Вивчення умов місцезростань та структури популяцій *L. vernum* проводилось за загальноприйнятими у фітоценології та популяційній біології методами [5].