

ОЦІНЮВАННЯ МОРТМАСИ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ БЕРЕЗОВИХ ЛІСІВ ЧЕРНІГІВЩИНИ

Я. В. Ковбаса, аспірант,*

А. М. Білоус, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування

Проведено аналіз стану дослідження лісової підстилки. Опрацьовано методичні підходи до оцінювання кількісних показників лісової підстилки березових насаджень. Здійснено експериментальну оцінювання лісової підстилки березових насаджень Чернігівської області. Мортмаса лісової підстилки березняків може складати 4–10 т·га⁻¹ абсолютно сухої речовини. У структурі мортмаси лісової підстилки понад 80 % абсолютно сухої речовини припадає на опад листя. Встановлено особливості динаміки мортмаси підстилки березових насаджень із зміною основних таксаційних показників. Розроблено математичні моделі конверсійних коефіцієнтів для оцінювання мортмаси підстилки березових лісів Чернігівщини.

Мортмаса, береза, середній діаметр, середня висота, лісова підстилка, дрібні гілки, опад листя, деструкція.

Необхідність вирішення глобальних екологічних проблем спонукає дослідників глибше зануритись в сферу наукових досліджень, присвячених вивченню екологічної ролі лісових екосистем та оцінювання їх функцій.

Дослідження динаміки біопродуктивності лісів за компонентами є важливою проблемою сьогодення у контексті сталого розвитку лісового господарства. Різноманітність лісової рослинності за видовим складом та продуктивністю вимагає системності та комплексності в експериментальних дослідженнях компонентів рослинної біомаси. Лісова підстилка є однією з найважливіших складових лісового біогеоценозу, вона має основне значення

* Науковий керівник — кандидат сільськогосподарських наук А.М. Білоус

для ґрунтотвірного процесу та постійне або тимчасове середовище перебування різноманітних комах, грибів та бактерій [6]. Підстилкова мезофауна прискорює перебіг в екосистемі етапів кругообігу речовин та трансформації енергії [1]. У підстилці міститься значна кількість депонованого вуглецю, яка підлягає дослідженню в рамках встановлення бюджету вуглецю лісових екосистем.

Лісова підстилка березняків як невід’ємна складова лісових екосистем досліджена недостатньо в контексті оцінювання рослинної біомаси лісів. Дані про її кількісні характеристики, можуть слугувати теоретичною основою для подальшого розвитку дослідження біопродуктивності лісів, особливостей обігу речовин в лісових екосистемах та депонування в них вуглецю.

Підстилка є одним із найважливіших складових будь-якого рослинного угруповання й структурно-функціональним компонентом, який об’єднує абіотичні та біотичні частки біогеоценозу в цілісну систему [9]. Підстилкою вважаються усі сухі нерозкладені й напіврозкладені частини рослин, що втратили зв’язок і лежать на поверхні ґрунту. До такого визначення лісової підстилки у своїх працях схиляються О. Л. Бельгард [1, 2], А. П. Травлєєв [12], В. Н. Макаревич [8], Н. М. Цветкова, М. С. Якуба [15]. У своїй роботі А. М. Семенова-Тян-Шанская [11] уточнює поняття підстилки як масу багаторічних рослинних залишків різного ступеня розкладання на поверхні ґрунту. Головним компонентом, який формує підстилку, є механічна, фізико-хімічна і біологічна деструкція рослинного опаду.

Лісова підстилка виконує унікальну роль у функціонуванні біогеоценозу. Насамперед, вона є середньою ланкою в біологічному кругообігу речовин, яка сполучає між собою різні складові біоценозу: фітоценоз, зооценоз, мікробоценоз та зв’язує їх із ґрунтом. Трансформація органічної речовини, що здійснюється в підстилці, обумовлює характер ґрунтотвірних процесів і родючість лісових ґрунтів, рівень продуктивності лісових біогеоценозів. Швидкість її розкладання характеризує особливості кругообігу речовин в екосистемі [5].

Формування лісової підстилки в лісових біогеоценозах відбувається у молодому віці, потім мортмаса збільшується та стабілізується. Мортмаса лісової підстилки залежить від віку, породного складу, зімкнутості лісового полог, водного режиму ґрунту, живого надґрунтового покриву [10].

Швидкість руйнування мортмаси (або детриту) визначається трьома групами чинників: фізико-хімічними особливостями середовища, складом опадів і активністю організмів-деструкторів. При цьому деструкція може лімітуватися як одним фактором, так і їх комплексом [17, 14].

Лісова підстилка механічно перешкоджає надходженню в ґрунт техногенних викидів [4]. При проходженні забруднювачів через підстилку завдяки її буферності вони ефективно трансформуються [13]. Згідно з дослідженнями Г. Н. Копчик, О. Д. Силаєвої [7], буферність підстилки на порядок вища ніж верхніх ґрунтових горизонтів. Підстилка може поглинати 68-79 % кислотних забруднювачів, які надходять до неї.

Запас вуглецю в лісовій підстилці березових насаджень Північної Євразії змінюється зі зміною природної зони і може варіювати в середньому від 0,3-27,4 тС·га⁻¹ в залежності від умов в яких зростає деревна порода [14].

Оцінювання рослинної органічної речовини в лісовій підстилці викликає різні дискусійні питання, пов'язані з тим, що підстилка розглядається як потенційна складова ґрунту. Проте, враховуючи специфіку та складність структури лісової підстилки, для оцінки її мортмаси рекомендується досліджувати лише ту частину, походження якої можна ідентифікувати.

Динаміку запасів лісової підстилки в лісах Красноярського краю, у т.ч. березових, дослідили L. V. Mukhortova, S. Yu. Evgrafova [16]. Вони встановили, що запас лісової підстилки корелює з загальною кількістю мікроорганізмів, зокрема мікобіоти.

Мета досліджень – розроблення моделей конверсійних коефіцієнтів для оцінювання мортмаси лісової підстилки березових насаджень.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження мортмаси лісової підстилки здійснювалися під час закладання тимчасових пробних площ (ТПП) з метою комплексного вивчення біопродуктивності березових насаджень.

Підбір дослідних ділянок здійснювався на основі аналізу лісового фонду. Протягом 2010-2014 рр. було закладено 32 ТПП в умовах свіжого субору, вологого субору, свіжого сугрудку та вологого сугрудку. Найбільше ТПП закладено в умовах свіжого субору (18 шт.), в умовах вологого сугрудку закладено чотири пробні площі. За бонітетом дослідні насадження характеризуються І^b та І^a класами.

1. Розподіл ТПП за класами бонітету та типами лісорослинних умов

Типи лісорослинних умов	Клас бонітету								Усього
	І ^f	І ^e	І ^d	І ^c	І ^b	І ^a	І	ІІ	
В ₂	—	—	2	3	5	4	3	1	18
В ₃	—	1	—	—	2	2	—	—	5
С ₂	—	1	—	—	1	3	—	—	5
С ₃	2	—	1	—	—	—	—	1	4
Разом	2	2	3	3	8	9	3	2	32

Оцінюванню підлягала мортмаса підстилки, яка включає опад листя, опад дрібних гілок ($d \leq 1$ см) та/або їх фрагменти, опад кори, плодів, насіння та інших дрібних компонентів (рис. 1).

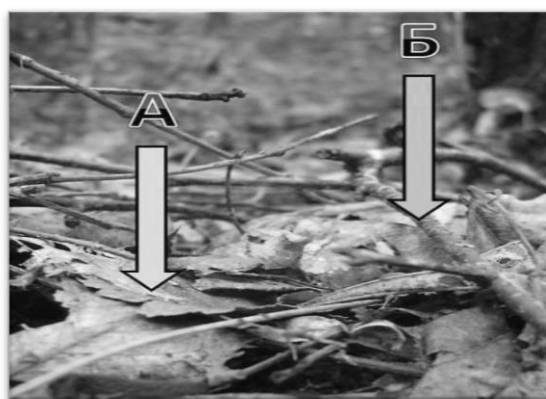


Рис. 1. Мортмаса підстилки березового насадження: А) опад листя; Б) опад дрібних гілок.

Органічні рештки у складі підстилки, походження яких не можливо було визначити за наслідком деструкції, мінералізації і гуміфікації, не враховували

під час дослідження. Мортмасу підстилки оцінювали шляхом зважування її компонентів на 3-7 пробних ділянках розміром 1×1 м [3]. Кількість пробних ділянок залежала від однорідності підстилки, на яку впливали таксаційні показники насадження та наявність живого надґрунтового покриву. На кожній пробній площі відбирали не менше трьох зразків мортмаси основних фракцій підстилки наважкою 10 г для визначення вмісту абсолютно сухої речовини. Для цього загалом було досліджено по 96 зразків опаду листя та дрібних гілок.

У камеральних умовах здійснювалася обробка дослідних матеріалів. Визначення таксаційних показників проводилося за допомогою прикладної програми *PERTA*. Для аналізу дослідних даних використано *MS EXCEL*, а моделювання здійснено з застосуванням спеціальної програми *STATISTICA 10*.

Результати досліджень. Мортмаса лісової підстилки насіннєвих березняків складається з основних двох фракцій: опаду листя та дрібних гілок ($d \leq 1$ см). Основну частину в структурі мортмаси лісової підстилки складає опад листя (рис. 2).

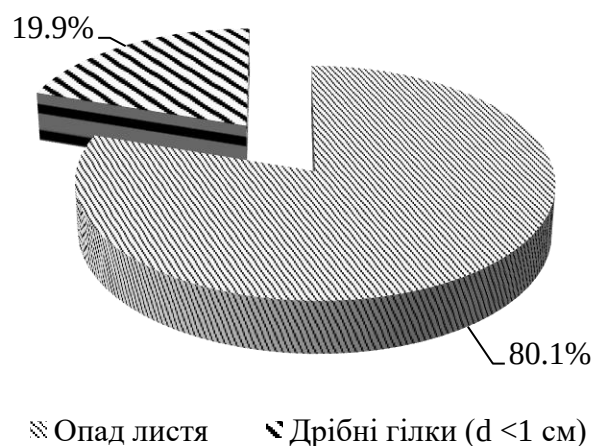


Рис. 2. Структура мортмаси лісової підстилки березняків за основними компонентами

Для визначення наявності і ступеня лінійного зв'язку між дослідними даними оцінювання мортмаси лісової підстилки ($M_{\text{п}}$, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$), у т.ч. паду листя ($M_{\text{л}}$, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$) і дрібних гілок ($M_{\text{дг}}$, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$), та таксаційних показників деревостанів проведено кореляційний аналіз (табл. 2). Встановлено тісний прямий зв'язок лісової підстилки з середнім діаметром (D , см), середньою висотою (H , м),

віком (A , років), відносною повнотою (P) та запасом деревостану (M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) березових насаджень. Критичне значення коефіцієнта кореляції для отриманої вибірки ($r_{\text{кр}} = 0,36$) підтверджує статистичну значущість в усіх випадках, крім кореляції з бонітетом (B).

2. Кореляції між компонентами мортмаси лісової підстилки і таксаційними показниками березових насаджень

Показник	A	D	H	P	B	M	$M_{\text{л}}$	$M_{\text{дг}}$	$M_{\text{п}}$
A	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
D	<u>0,86</u>	1,00	-	-	-	-	-	-	-
H	<u>0,82</u>	<u>0,92</u>	1,00	-	-	-	-	-	-
P	-0,26	<u>-0,41</u>	-0,42	1,00	-	-	-	-	-
B	<u>0,46</u>	0,16	0,01	0,17	1,00	-	-	-	-
M	<u>0,82</u>	<u>0,83</u>	<u>0,87</u>	-0,12	0,20	1,00	-	-	-
$M_{\text{л}}$	<u>-0,64</u>	<u>-0,74</u>	<u>-0,78</u>	0,34	-0,07	<u>-0,74</u>	1,00	-	-
$M_{\text{дг}}$	<u>-0,58</u>	<u>-0,61</u>	<u>-0,60</u>	0,22	-0,16	<u>-0,61</u>	0,26	1,00	-
$M_{\text{п}}$	<u>-0,72</u>	<u>-0,82</u>	<u>-0,85</u>	<u>0,36</u>	-0,11	<u>-0,82</u>	<u>0,97</u>	<u>0,47</u>	1,00

На основі масиву дослідних даних компонентів мортмаси лісової підстилки (M_m) та запасів стовбурів у корі (M) встановлено конверсійні коефіцієнти (R_v) за рівнянням (1)

$$R_v = M_m / M \quad (1)$$

На рис. 3 наведено розподіл конверсійних коефіцієнтів (R_v) за віком та середнім діаметром дослідних насаджень.

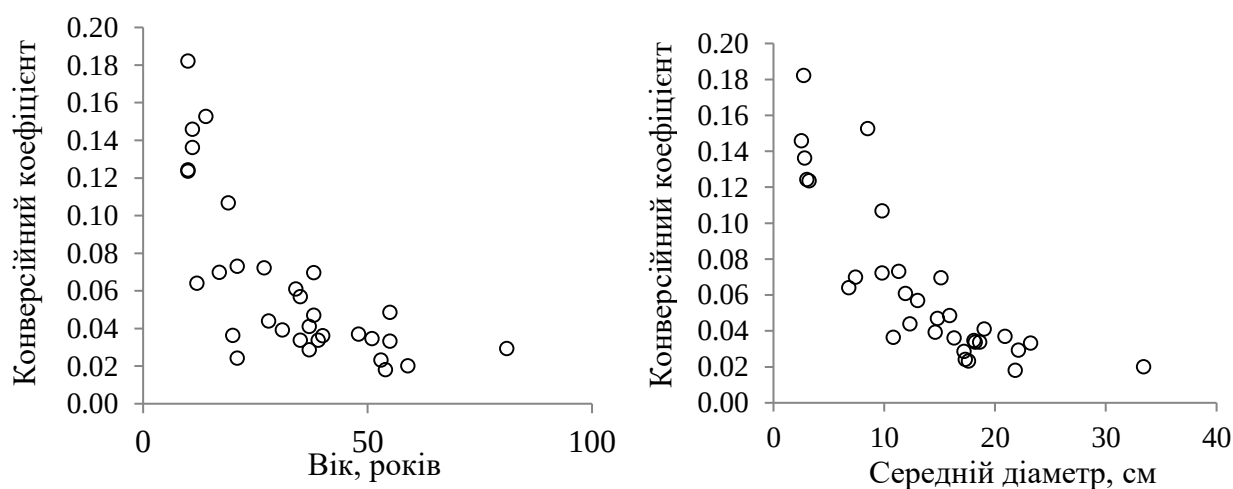


Рис. 3. Динаміка конверсійних коефіцієнтів мортмаси лісової підстилки березових насаджень з віком та середнім діаметром

На основі дослідних даних загальної мортмаси лісової підстилки, мортмаси опадів дрібних гілок і листя та таксаційних показників деревостанів було здійснено розроблення математичних моделей (2-7) конверсійних коефіцієнтів для оцінювання вмісту абсолютно сухої речовини лісової підстилки на 1 га березняків (табл. 3). Позитивний результат отримано в моделюванні конверсійних коефіцієнтів для оцінки опадів листя (6-7). Розроблення моделей для оцінювання опадів дрібних гілок не принесло позитивного результату.

3. Математичні моделі для оцінки компонентів мортмаси підстилки березняків

Номер моделі	Модель	Коефіцієнт детермінації (R^2)
<i>Для оцінки загальної мортмаси лісової підстилки</i>		
2	$R_{v(n)} = 0,314 \cdot D^{-0,787} \cdot P^{-0,555}$	0,81
3	$R_{v(n)} = 1,208 \cdot H^{-1,198} \cdot P^{-0,616}$	0,80
4	$R_{v(n)} = 0,503 \cdot D^{-0,515} \cdot H^{-0,416} \cdot P^{-0,582}$	0,81
5	$R_{v(n)} = 0,294 \cdot D^{-0,674}$	0,77
<i>Для оцінки мортмаси опадів листя</i>		
6	$R_{v(l)} = 0,288 \cdot D^{-0,823} \cdot P^{-0,542}$	0,81
7	$R_{v(l)} = 1,228 \cdot H^{-1,305} \cdot P^{-0,703}$	0,71

Мортмаса лісової підстилки характеризується відносною стабільністю запасу протягом всього життя насадження, але все ж виявлена тенденція до зменшення її з віком. Останнє можна бути обумовлене тим, що з віком повнота насадження змінюється, збільшується ажурність крон, проходить більше сонячної радіації, що позитивно впливає на розвиток живого надґрунтового покриву, життєдіяльність організмів та проходження процесу мінералізації та гуміфікації.

Висновки

Мортмаса лісової підстилки в березняках Чернігівської області може складати 4–10 т·га⁻¹ абсолютно сухої речовини. У структурі мортмаси лісової підстилки понад 80 % абсолютно сухої речовини припадає на опад листя. Виявлено тенденцію до зменшення мортмаси лісової підстилки з віком насадження, збільшенням його середнього діаметра та середньої висоти. Проте

мортмаса дрібних гілок збільшується з віком. За результатами проведених досліджень розроблено математичні моделі конверсійних коефіцієнтів для оцінювання мортмаси лісової підстилки в абсолютно сухому стані.

Список літератури

1. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 335 с.
2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока Украины / А. Л. Бельгард. – Киев: Изд-во Киевск. гос. ун-та, 1950. – 264 с.
3. Білоус А. М. Методика дослідження мортмаси лісів / А. М. Білоус // Біоресурси і природокористування. 2014. – Т. 6, №3-4 – С. 134–140.
4. Давидова Н. Д. Лесная подстилка в зоне техногенного влияния // Роль подстилки в лесных биогеоценозах / Н. Д. Давидова. – М: Наука, 1983. – 54 с.
5. Дідух Я. П. Порівняльна оцінка енергетичних запасів екосистем України / Я. П. Дідух. // Укр. ботан. журн.. – 2007. – Т. 64, №2. – С. 177 –194.
6. Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы / Л. О. Карпачевский. – М: Лесн. пром-сть, 1981. – 264 с.
7. Копцик Г. Н. Буферность лесных подстилок к атмосферным кислотным осадкам / Г. Н. Копцик, Е. Д. Силаева. // Почвоведение. – 1995. – №8. – С. 954–961.
8. Макаревич В. Н. Об изучении прироста и опада надземной части луговых растительных сообществ / В. Н. Макаревич. // Ботан. журн.. – 1968. – Т.58, №8. – С. 1160 – 1169.
9. Орлова Л. Д. Динаміка накопичення підстилки на низинних луках Лівобережного Лісостепу України / Л. Д. Орлова. // Промышленная ботаника. – 2011. – Вып. 11. – С. 129–134.
10. Свириденко В.Є. Лісівництво : підручник / В.Є. Свириденко, О.Г. Бабіч, Л.С. Киричок / за ред. В.Є. Свириденка. – К. : Вид-во "Арістей", 2008. – 544 с.

11. Семенова-Тян-Шанская А. М. Динамика накопления и разложения мертвых растительных остатков в лугово-степных и луговых ценозах / А. М. Семенова-Тян-Шанская. // Ботан. журн.. – 1960. – Т.45, №9. – С. 1342 – 1350.

12. Травлєєв А. П. Лісова підстилка як структурний елемент лісового біогеоценозу в степу / А. П. Травлєєв. // Укр. ботан. журн. – 1961. – Т.18, №2. – С. 40–46.

13. Учватов В. П. Роль лесной подстилки в трансформации геохимического потока веществ в лесной экосистеме // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Тезисы докладов Всесоюзного совещания. В.П. Учватов – М.: Наука, 1983. – С. 199-200.

14. Чесных О. В. Запасы углерода в подстилках лесов России / О. В. Чесных, В. А. Лыжин, А. В. Кокшарова. // Лесоведение. – 2007. – №6. – С. 114–121.

15. Цветкова Н. М. Біокругообіг речовин у біогеоценозах Присамар'я Дніпровського: навч. посіб / Н. М. Цветкова, М. С. Якуба. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2008. – 112 с.

16. Mukhortova L. V. Dynamics of Organic Matter Decomposition and Microflora Composition of Forest Litter in Artificial Biogeocenoses / L. V. Mukhortova, S. Yu. Evgrafova //Biology Bulletin, Vol. 32, No. 6, 2005, pp. 609–614.

17. Swift M.J., Heal O.W., Anderson J.M. Decomposition in terrestrial ecosystem. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979. – 372 p.

Проанализировано состояния исследования лесной подстилки. Представлены методические подходы к оценке количественных показателей лесной подстилки березовых насаждений. Осуществлена экспериментальная оценка лесной подстилки березовых насаждений Черниговской области. Мортмаса лесной подстилки березняков может составлять 4-10 т·га⁻¹ абсолютно сухого вещества. В структуре мортмасы лесной подстилки более 80 % абсолютно сухого вещества приходится на опад листьев. Установлены особенности динамики мортмасы подстилки березовых насаждений с

изменением основных таксационных показателей. Разработаны математические модели конверсионных коэффициентов для оценки мортмасы подстилки березовых лесов.

Мортмасса, береза, средний диаметр, средняя высота, мортмасса, лесная подстилка, мелкие ветки, опад листьев, деструкция.

There is pursued the analysis of forest litter research. Processed methodical approaches to the assessment of quantitative indicators of litter in birch forests. Carried out an experimental evaluation of litter in birch forests of Chernihivschyna. The birch forest litter mortmass may be 4-10 t·ha⁻¹ of absolutely dry matter. There is in the structure of mortmass forest litter more than 80% of absolutely dry matter accounts for defoliation. The features of the dynamics of mortmass birch litter with change of basic taxation indices are elucidated. Mathematical models of conversion factors for the assessment of birch forests litter mortmass in Chernihivschyna.

Mortmass, birch, average diameter, average height, litter, twigs, leaf litter, destruction.