

It is shown that in a forest, approaching the granite quarry, conditions of growth and development of oak deteriorate. The drying of maturing and middle-aged oak stands, as well as ripe trees, accelerates. Aspen and linden trees capture destroyed edges and sparse forests; sod, Tatarian maple and hawthorn thickets, elderberry and dog-rose spread. Recreation has less impact on stands. Forestry-taxation and spatial peculiarities of changing of oak trees in first tier by their companions that more resistant to drying up of the soil cover are described. An attempt of forecast the development of forest stands was made.

Keywords: the structure of forest stands, quarry, recreational load, diagnostics of stands degradation, zones of the intensive impact, forecast the development of forest stands.

УДК 630*53

Аспір. О.О. Аврамчук¹; докторант, ст. наук. співроб. А.М. Білоус², канд. с.-г. наук; мол. наук. співроб. Д.М. Голяка – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ОЦІНЮВАННЯ МОРТМАСИ ГРУБИХ ГІЛОК У СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведено експериментальні дані дослідження мортмаси грубих гілок ($d > 1$ см) у соснових насадженнях Київського Полісся. Представлено характеристику мортмаси грубих гілок I-V класів деструкції та встановлено їх кількісні показники. У структурі мортмаси за деструкцією дослідного компоненту домінує опад грубих гілок IV класу. Встановлено наявність кореляційного зв'язку мортмаси гілок з віком, середнім діаметром та середньою висотою соснових насаджень. У процесі росту і розвитку високопродуктивних сосняків у Київському Поліссі мортмаса грубих гілок починає утворюватися у насадженнях III-IV класах віку та може становити від 0,5 до 3,0 т·га⁻¹ абсолютно сухої речовини.

Ключові слова: сосна звичайна, насадження, мортмаса, грубі гілки, клас деструкції, модель, Київське Полісся.

Вступ. Європейський Союз визначив стратегічну важливість дослідження екосистем, їх картування та оцінювання екосистемних функцій (англ. *Ecosystem Services*) [9], що зумовлено необхідністю реалізації системи екологічного та економічного обліку (англ. *System for Environmental and Economic Accounts*) [10] у контексті сталого розвитку. Оцінювання лісових екосистем та їх функцій набуває пріоритетного значення для розвитку економіки провідних країн світу.

Дослідження закономірностей росту і розвитку лісових насаджень та динаміки їх біопродуктивності потребує експериментального оцінювання та моделювання основних таксаційних показників деревостанів і компонент рослинної біомаси лісів. Комплексне оцінювання і моделювання запасів органічної речовини та її динаміки в лісових екосистемах на засадах системного підходу створює нормативно-довідкову основу для встановлення екосистемних функцій лісів. Дослідження органічної речовини рослинної біомаси мають базуватися на комплексному підході експериментального оцінювання компонент фітомаси і мортмаси насаджень основних лісотвірних порід, результати якого на локальному і регіональному рівнях можуть слугувати інформаційною основою для створення глобальних моделей кругообігу речовин та енергії.

¹ Наук. керівник: ст. наук. співроб. А.М. Білоус, канд. с.-г. наук

² Наук. консультант: проф. П.І. Лакида, д-р с.-г. наук

Мортмаса насаджень є невід'ємною складовою частиною лісових екосистем, яка має важливе значення у депонуванні вуглецю та забезпеченні біорізноманіття [2, 4, 7]. Дані про запаси органічної речовини мортмаси лісів України дуже обмежені, що не дає змоги оцінити її екологічної ролі. У системі лісовпорядкування обліку підлягають лише запаси сухоюю і деревної ламані (захарашченості), а обсяги інших компонент мортмаси лісів практично не відомі. До таких компонент мортмаси можна віднести опад грубих гілок, який утворюється в основному внаслідок природного очищення стовбурів дерев від відмерлих гілок у процесі росту і розвитку дерев. Певна частина мортмаси грубих гілок може бути утворена внаслідок дії абіотичних та антропогенних факторів. До мортмаси грубих гілок відносять гілки діаметром більше 1 см, що втратили своє природне розміщення на стовбурі дерева, і опали на поверхню землі [1]. У рамках аналогічних досліджень мортмаси лісів інших авторів опад грубих гілок або не оцінювали [2, 6, 5], або відносили до дрібного деревного детриту (англ. *fine woody debris*) [7, 8].

Методика і матеріали. Для дослідження мортмаси соснових насаджень закладено тимчасові пробні площі (ТПП) на базі Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України "Боярська лісова дослідна станція". Для досліджень відібрано лісові ділянки, вкриті лісовою рослинністю, у штучних соснових насадженнях із часткою другорядних порід у складі до двох одиниць включно. Для дослідження мортмаси грубих гілок закладено 15 тимчасових пробних площ за методикою [1]. На кожній ТПП закладали 3 пробні ділянки квадратної форми із розмірами сторін 5×5 м у молодняках, 10×10 м у середньовікових та 20×20 м старших насадженнях. У межах кожного пробного майданчика здійснювали суцільний збір грубих гілок із одночасним поділом їх на п'ять класів деструкції (табл. 1). Мортмасу грубих гілок зважували за класами деструкції та відбирали по 3 зразки мортмаси гілок кожного класу деструкції для визначення вмісту абсолютно сухої речовини в лабораторних умовах.

Табл. 1. Характеристика класів деструкції мортмаси грубих гілок сосни

Клас деструкції	Описова характеристика
I	Наявна цілісна структура гілки (наявна кора, дрібні гілки, можлива присутність хвої)
II	Відсутні дрібні гілки, зберігається форма, твердість
III	Деревина гілки зберігає форму і твердість, проте міцність деревини різко знижується, кора частково відсутня
IV	Фрагменти гілок без кори, під час натискання на фрагмент його поверхня прогинається і легко розламується
V	Фрагменти гілок без кори, має деформовану форму поперечного перерізу, за незначної фізичної дії деревина розламується на дрібні частинки; у просторі такі гілки частково інтегровані у підстилку

Аналіз дослідних даних здійснено за допомогою комп'ютерних програм *MS Excel* і *PERTA*. Для моделювання мортмаси грубих гілок використано комп'ютерну програму *STATISTICA 10*.

Результати. Для кожного дослідного насадження встановлено середні таксаційні показники деревостанів (*A* – вік, років; *D* – середній діаметр, см; *H* – середня висота, м; *P* – відносна повнота; *M* – запас деревостану, м³·га⁻¹) та мортмасу грубих гілок (*M_{гг}*, т·га⁻¹) (табл. 2).

Табл. 2. Мортмаса грубих гілок і середні показники деревостану

№ ТПП	<i>M_{гг}</i> , т·га ⁻¹	<i>A</i> , років	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>P</i>	<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹
1	0,95	33	20,8	21,2	0,91	487
2	0,72	65	35,0	29,7	0,59	393
3	0,58	64	35,7	29,9	0,56	414
4	0,56	77	34,9	32,4	0,74	581
5	0,91	62	27,2	27,0	0,71	467
6	1,47	58	31,4	29,7	0,72	537
7	1,57	40	25,4	22,5	0,79	440
8	1,77	40	21,8	22,2	0,60	317
9	1,21	25	15,5	15,1	0,84	257
10	1,73	52	28,6	28,9	0,74	570
11	2,65	43	27,4	25,4	0,75	479
12	1,19	65	34,0	32,0	0,67	542
13	1,49	43	24,8	27,2	0,83	578
14	2,65	45	25,0	24,2	0,91	564
15	2,30	41	18,3	20,7	0,81	410

Встановлено описові статистики мортмаси грубих гілок і середніх показників дослідних деревостанів: вік, діаметр, висота, відносна повнота, запас (табл. 3). Коефіцієнт варіації засвідчує значну варіацію мортмаси грубих гілок (>25 %), а розрахункове значення ексцесу (-0,59) за рівня значущості ($\alpha=0,05$) не перевищує за модулем його критичне значення (0,89).

Табл. 3. Описові статистики мортмаси грубих гілок і таксаційних показників дослідних деревостанів

Показник	<i>M_{гг}</i> , т·га ⁻¹	<i>A</i> , років	<i>D</i> , см	<i>H</i> , м	<i>P</i>	<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹
Середнє значення	1,45	50	27,1	25,9	0,74	469
Медіана	1,47	45	27,2	27,0	0,74	479
Мінімальне значення	0,56	25	15,5	15,1	0,56	257
Максимальне значення	2,65	77	35,7	32,4	0,91	581
Дисперсія	0,47	207	39,90	23,60	0,01	9657
Стандартне відхилення	0,68	14,40	6,31	4,86	0,11	98,3
Коефіцієнт варіації	47	29	23	19	14	21
Асиметрія	0,53	0,15	-0,19	-0,62	-0,17	-0,75
Ексцес	-0,59	-0,71	-0,86	-0,02	-0,67	-0,06

Використання коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дало змогу встановити існування оберненої залежності між мортмасою грубих гілок і середніми таксаційними показниками деревостанів: віком – -0,53, діаметром – -0,52, висотою – -0,54 (табл. 4).

Середнє арифметичне значення частки мортмаси грубих гілок I класу деструкції у загальній їх мортмасі дослідних соснових насаджень становить 7,3 %, II класу деструкції – 5,6 %, III – 21,9 %, IV – 59 % та V – 6,1 % (табл. 5).

Табл. 4. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена

Показники	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>M_{гг}</i>
<i>A</i>	1,00	-	-	-	-	-
<i>D</i>	0,89	1,00	-	-	-	-
<i>H</i>	0,93	0,92	1,00	-	-	-
<i>P</i>	-0,64	-0,72	-0,62	1,00	-	-
<i>M</i>	0,41	0,29	0,53	0,24	1,00	-
<i>M_{гг}</i>	-0,53	-0,52	-0,54	0,43	-0,02	1,00

Табл. 5. Структура мортмаси грубих гілок за класами деструкції, %

№ ТПП	Клас розкладання мортмаси грубих гілок				
	I	II	III	IV	V
1	2,2	0,6	24,1	69,5	3,5
2	7,2	5,1	11,8	68,8	7,1
3	8,8	1,1	7,3	80,6	2,3
4	6,4	3,2	24,5	57,4	8,5
5	7,0	0,5	15,0	68,2	9,2
6	9,0	5,4	43,6	37,5	4,4
7	8,5	7,7	29,0	41,6	13,1
8	9,8	4,8	28,4	41,6	15,4
9	12,1	23,3	40,7	19,1	4,8
10	1,9	2,2	13,3	79,9	2,7
11	2,3	2,5	16,3	74,5	4,4
12	21,0	17,9	25,8	34,4	0,9
13	6,8	5,4	20,2	65,0	2,5
14	2,8	1,8	15,8	74,6	5,0
15	4,4	3,0	13,1	72,4	7,0

Перевага грубих гілок IV класу деструкції у структурі загальної їх мортмаси можна пояснити особливостями утворення, нагромадження та деструкції мортмаси грубих гілок. Встановлено, що мортмаса грубих гілок у сосняках починає формуватися, як правило, в 20-30-річному віці (рис. 1). У насадженнях I-II класів віку може бути лише мортмаса грубих гілок попереднього насадження.

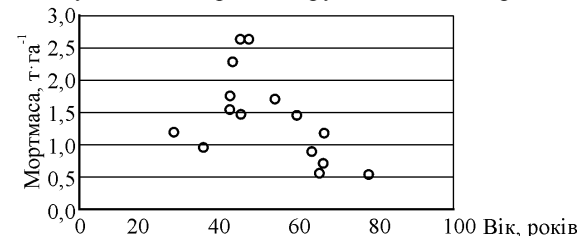


Рис. 1. Мортмаса грубих гілок дослідних соснових насаджень

Мортмаса грубих гілок I-II класів деструкції утворюється в насадженнях переважно внаслідок вирішального впливу абіотичних (налипання снігу, сильний вітер) та антропогенних факторів (рубки формування та оздоровлення лісів). Основна частина мортмаси грубих гілок утворюється внаслідок природного відмирання гілок, їх деструкції та опадання на поверхню ґрунту. Сухі гілки на стовбурах дерев відносять до I-II класів деструкції, а в стані III класу дес-

трукції відокремлюються від стовбура і опадають [1]. У цей період відбувається інтенсивна деструкція деревини внаслідок життєдіяльності дереворуйнівної мікобіоти [4], а потім цей процес значно сповільнюється. Саме тому основна частка мортмаси грубих належить до III-IV класів деструкції. Частка мортмаси гілок V класу деструкції сосни звичайної у середньому становить близько 6,1 %, оскільки внаслідок деструкції деревини вміст абсолютно сухої речовини в такій мортмасі може становити 10-20 % від природного стану.

На основі експериментальних даних оцінювання мортмаси грубих гілок соснових насаджень здійснено її моделювання та отримано модель (1) оцінювання мортмаси грубих гілок у високопродуктивних соснових насадженнях III-VIII класів віку

$$M_{gs} = 0,099 \cdot A^{6,868} \cdot B^{0,709} \cdot P^{13,306} \cdot \exp(-0,162 \cdot A - 17,064 \cdot P), (R^2 = 0,76) \quad (1)$$

де *B* – код класу бонітету, який відповідає даним табл. 6.

Табл. 6. Система кодування класів бонітету

Клас бонітету	I ^d	I ^c	I ^b	I ^a	I
Код класу бонітету	2	3	4	5	6

Оскільки процес формування мортмаси гілок є похідним від утворення фітомаси гілок, здійснено аналіз динаміки фітомаси гілок соснового насадження I^b класу бонітету [3] та експериментальних даних мортмаси грубих гілок сосняків. Загалом тенденція динаміки мортмаси грубих гілок дослідних насаджень (рис. 2) узгоджується з наявними моделями динаміки фітомаси гілок соснових насаджень міських лісів Києва [3].

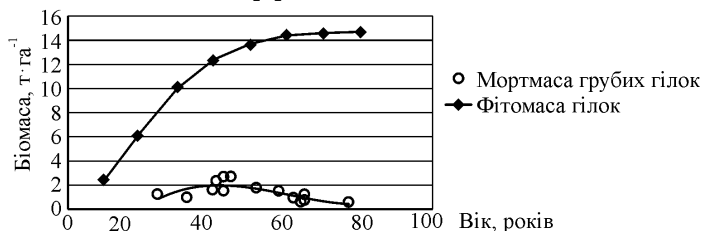


Рис. 2. Динаміка фітомаси гілок соснового насадження (I^b класу бонітету) та мортмаси грубих гілок дослідних насаджень

У період інтенсивного росту соснових насаджень та нагромадження загальної фітомаси гілок спостерігається початок утворення мортмаси грубих гілок насаджень. Стабілізація кількісних показників фітомаси гілок соснових насаджень з віком може супроводжуватися поступовим зменшенням запасів органічної речовини опадів грубих гілок, що відбувається внаслідок зменшення інтенсивності відмирання та опадання гілок та під впливом деструкції вже наявного опадів.

Висновки. Мортмаса грубих гілок у штучних соснових насадженнях Київського Полісся починає формуватися у 20-30-річному віці, набуває максимальних значень у віці 40-50 років та поступово зменшується з часом. Протягом росту і розвитку соснових насаджень мортмаса грубих гілок може становити від 0,5 до 3,0 т·га⁻¹ абсолютно сухої речовини. У структурі мортмаси грубих гілок за розкладанням переважає опад гілок III-IV класів деструкції.

Література

1. Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів / А.М. Білоус // Біоресурси і природокористування. – 2014. – № 3-4. – С. 134-140.
2. Воробьев О.Н. Методика сбора и обработки данных по древесному детриту сосновых насаждений Марий Эл / О.Н. Воробьев // Материалы научно-технической конференции МарГТУ в 2003 г. : сб.ст. – Йошкар Ола : Изд-во МарГТУ, 2004. – С. 13-16.
3. Лакида І.П. Біопродуктивність штучних соснових деревостанів міських лісів м. Києва та її динаміка / І.П. Лакида. – Корсунь-Шевченківський : ФОП В.М. Гаврищенко, 2013. – 173 с.
4. Білоус А.М. Особливості формування мікобіоти мортмаси м'яколистяних молодяків на староорних землях Чернігівського Полісся / А.М. Білоус, Н.М. Волощук, М.А. Бузил [та ін.] // Мікробіологічний журнал : зб. наук. праць. – 2013. – Т. 75, № 6. – С. 59-65.
5. Пастернак В.П. Типологічна структура та біопродуктивність лісів ДП "Кремінське ЛМГ" / В.П. Пастернак, В.Ю. Яроцький // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЛГА. – 2009. – Вип. 116. – С. 130-135.
6. Трейфельд Р.Ф. Методика определения запасов и массы древесного детрита на основе данных лесоустройства / Р.Ф. Трейфельд, О.Н. Кранкина, Е.Д. Поваров. – М. : Изд-во "Пушкино", 2002. – 44 с.
7. Швиденко А.З. Оценка запасов древесного детрита в лесах России / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон // Лесная таксация и лесоустройство : сб. науч. тр. – Красноярск : Изд-во СГТУ. – 2009. – Вып. 1 (41). – С. 133-147.
8. Harmon M. Guidelines for measurements of woody debris in forest ecosystems / M. Harmon, J. Sexton. – Washington : LTER Network Office, 1996. – 73 с.
9. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020 / J. Maes, A. Teller, M. Erhard et al.]. – EU: Publication Office, 2014. – 80 p.
10. System of Environmental-Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting – New York : United Nations, 2014. – 198 p.

Аврамчук А.А., Белоус А.М., Голяка Д.Н. Оценка мортмассы крупных веток в сосновых насаждениях Киевского Полесья

Приведены экспериментальные данные исследования мортмассы крупных веток (*d*>1 см) в сосновых насаждениях Киевского Полесья. Представлена характеристика мортмассы крупных веток I-V классов деструкции и установлены их количественные показатели. В структуре мортмассы по уровню деструкции исследуемого компонента доминирует IV класс. Установлена обратная корреляционная связь мортмассы веток с возрастом, средним диаметром и средней высотой сосновых насаждений. В процессе роста и развития высокопродуктивных сосняков в Киевском Полесье мортмасса грубых веток начинает образовываться в насаждениях III-IV классов возраста, и может составлять от 0,5 до 3,0 т·га⁻¹ абсолютно сухого вещества.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, насаждения, мортмасса, крупные ветки, класс деструкции, модель, Киевское Полесье.

Avramchuk O.O., Bilous A.M., Golyaka D.M. The Assessment of Branches Mortmass in Pine Forests of Kyiv Polissya

The experimental research of data of branches mortmass of trees (*d*>1 cm) in pine forests in Kyiv Polissya are shown. The characteristic of branches mortmass of (*d*>1 cm) I – V classes of destruction and quantitative indicators as well are presented. The detected dominance of the IV class of destruction into branches mortmass (*d*>1 cm) of trees is shown. The inverse correlation among mortmass of branches (*d*>1 cm) and age, average diameter and average height of pine stands is identified. In pine forests of Kyiv Polissya the mortmass of branches (*d*>1 cm) begins to form in III – IV classes of age, and can change from 0.5 to 3.0 t·ha⁻¹ of absolutely dry matter.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., forest, mortmass, branches of trees, class destruction, model, Kyiv Polissya.