

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ ГРУБОГО ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ У СВІЖИХ СУДІБРОВАХ УРОЧИЩА ЗМІІНІ ОСТРОВИ КАНІВСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

О.Ю. Чорнобров

науковий співробітник

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8251-1573>

Відмерла деревина (деревний детрит) є важливим компонентом лісових екосистем. Вона виконує низку природоохоронних та екологічних функцій. У статті досліджено особливості формування запасів грубого деревного детриту та його якісної структури в лісах в умовах свіжої судіброви урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника. Вивчення мертвої деревини здійснювалось у 140-річних сосново-дубових лісах природного походження на постійній пробній площі (0,24 га) методом суцільного обліку таких компонентів деревного детриту, як сухостій і повалена мертва деревина. Установлено, що мертва деревина в лісовій екосистемі сформувалася внаслідок відмирання дерев н'ятьох порід (дуба звичайного (*Quercus robur* L.), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) і граба звичайного (*Carpinus betulus* L.)) та має запас $56,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. У структурі запасу мертвої деревини переважає сухостій — 82,1%, а частка лежачої мертвої деревини відповідно становить 17,9%. Основна частина запасу мертвої деревини утворена завдяки двом деревним породам — дубу звичайному й сосні звичайній, частка яких разом становить 94,3%. Для них характерним є переважання сухостійної деревини, натомість для інших деревних порід — лежачої мертвої деревини. Загалом, мертвої деревини утворено детритом I–IV класів деструкції, водночас значну перевагу має детрит II класу розкладання (70,5%), значно меншу частку — нещодавно відмерла деревина (I клас, 24,8%), а інші класи деструкції становлять незначні частки, що разом не перевищують 5,0%. Не було виявлено детриту останнього (V) класу деструкції. Сухостійна мертва деревина має запас $46,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ та утворена цілими та зламаними сухостійними деревами. За породним складом значну перевагу має дуб звичайний (74,5%), значно меншу частку становить сосна звичайна (25,1%), а частка клена гостролистого є незначною (0,4%). У загальному запасі сухостою значно переважає деревина II класу деструкції ($33,0 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 71,4%), порівнюючи з I класом ($13,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 28,6%). Лежача мертва деревина представлена чотирма класами деструкції (I–IV), але водночас не виявлено деревини на пізній (останній) стадії розкладання (V клас). За запасом абсолютну перевагу має II клас деструкції ($6,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 66,3%), значно меншу — детрит III класу ($2,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 22,8%). Лежача мертва деревина дуба звичайного представлена чотирма класами деструкції, серед яких переважають III (40,5%) і I (33,3%) класи. Для лежачої мертвої деревини решти деревних видів характерним є переважання II або III класу деструкції. Основними чинниками утворення деревного детриту в сосново-дубовому лісі в урочищі Зміїні острови могли бути: вплив несприятливих кліматичних умов (тривалі періоди без опадів у літній період), що зумовило ослаблення деяких дерев та їх відмирання; пориви сильного вітру, що призводили до зламування окремих стовбурів дерев; сніголами слабкої інтенсивності; вплив біотичних чинників (комахи, збудники хвороб).

Ключові слова: мертва деревина, сухостій, лежача відмерла деревина, лісова екосистема, сосново-дубовий ліс, збереження біорізноманіття.

ВСТУП

Відмерла деревина є важливим компонентом лісових екосистем. Вона виконує низку природоохоронних та екологічних функцій [1; 2]. До грубого деревного детриту належать сухостійні та повалені дерева, фрагменти повалених дерев (стовбурів), гілки (фрагменти гілок), грубе коріння дерев [2]. Мертва деревина утворюється в результаті впливу абіотичних та біотичних чинників на окремі дерева або

лісові насадження. У природних лісах мертва деревина утворюється в результаті загибелі дерев унаслідок конкуренції або процесів старіння, стихійних природних явищ (вітровал, бурелом, сніголам, пожежа) або впливу біотичних факторів (спалах чисельності комах, ослаблення внаслідок дії збудників хвороб) тощо [2]. Мертва деревина є субстратом та середовищем існування для низки видів живих організмів, зокрема мохів, лишайників, грибів,

безхребетних, а також дрібних птахів та ссавців [2–5]. За даними вчених, приблизно 25% видів лісового біорізноманіття є залежними від мертвої деревини, що розкладається [5–7]. Для деяких видів деревний детрит є ключовим елементом життєдіяльності [8]. Тому мертва деревина є важливим показником біорізноманіття лісових екосистем [3; 6]. Лежача мертва деревина забезпечує сприятливі умови для природного поновлення деревних видів, особливо в умовах прохолодного клімату, зокрема в гірських лісах помірної зони та бореальних лісах [2; 3]. Мертва деревина відіграє важливу роль у біологічному кругообігу речовин, енергії та депонуванні вуглецю, є джерелом поживних речовин та може слугувати як суттєвий запас вологи, особливо протягом посушливих періодів [2; 4]. Оцінювання мертвої деревини як складової мортмаси лісів є невирішеною проблемою в контексті дослідження біологічної продуктивності лісів [9–11]. Отже, дослідження мертвої деревини — актуальна проблема сьогодення.

Особливо важливим є дослідження мертвої деревини в природних екосистемах територій та об'єктів природно-заповідного фонду, які створювалися для охорони, збереження та відтворення природних комплексів. До важливих заповідних територій у центральній частині Лісостепу України належить Канівський природний заповідник. У ньому інвентаризація запасів сухостою та захаращення проводилася в рамках лісовпорядкування лісового фонду ще понад 20 років тому. На жаль, на сьогодні відсутні дані щодо якісного складу та запасів деревного детриту на території заповідника. Проведення обліків на пробних площах у межах режиму абсолютної заповідності закладає фундамент для довгострокового моніторингу низки важливих для лісових екосистем процесів і явищ, пов'язаних з утворенням, накопиченням та розкладанням мертвої деревини. Водночас важливим є врахування особливостей лісових масивів, що формуються в різних екотопах та значно відрізняються за породним складом, особливостями формування запасів мертвої деревини. Саме лісове урочище Зміїні острови в цьому контексті значно відрізняється від лісів правобережної частини заповідника, а тому потребує періодичного проведення таких обліків для отримання актуальної інформації про запаси мертвої деревини.

Отже, необхідно дослідити особливості формування запасів деревного детриту та його структуру у свіжих судібровах урочища Зміїні острови в межах Канівського природного заповідника.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Ґрунтовні дослідження щодо особливостей утворення й накопичення грубого деревного детриту, розроблення методичних підходів до його оцінювання, а також визначення його функцій в екосистемах помірної зони проведено в Північній Америці та викладено в науковій праці [2]. На запаси мертвої деревини в природних лісових екосистемах впливають умови тропності та зволоженості ділянки, породний склад деревостану, лісівничо-екологічні властивості деревної породи, структура компонентів мертвої деревини та їх розміри, кліматичні та інші чинники [2; 12]. Лісогосподарська діяльність є одним із найважливіших чинників, що впливають на наявність мертвої деревини в лісах [2; 13; 14]. Запаси і структура деревного детриту залежать від категорії лісових земель, району зростання насадження, продуктивності деревостану, характеру та інтенсивності природних і антропогенних порушень, періоду часу, який минув від останнього порушення. На вкритих лісом лісових ділянках основними чинниками є породний склад, вік, запас, наявність та інтенсивність рубок догляду, історія порушень [4]. Водночас, на думку авторів, основними процесами, які впливають на запаси та динаміку деревного детриту в лісах, є відпад, розкладання деревини та характер порушень [4]. Пастернак та інші [15] зауважують, що запас мертвої деревини є дуже мінливим показником: навіть у різних місцях однорідного насадження може змінюватися в значному діапазоні.

Запас деревного детриту в лісових екосистемах зазвичай використовують як показник біорізноманіття [5; 6]. Накопичення значних об'ємів відмерлих дерев забезпечує збільшення загальної площі поверхні мертвої деревини в лісовій екосистемі, що, зі свого боку, сприяє формуванню більшої різноманітності середовищ існування та оселищ для видів живих організмів, які прямо чи опосередковано використовують її у своїй життєдіяльності [16]. Тому більший запас мертвої деревини призводить до збільшення різноманіття видів у лісових екосистемах [16]. Згідно з результатами низки досліджень виявлено кореляційний зв'язок між різноманіттям видів та запасами мертвої деревини [16]. Сильніший кореляційний зв'язок між запасом деревного детриту та багатством видів виявлено в лісах бореальної зони, порівнюючи з лісовими екосистемами неморальної зони [17]. Однак не лише запас, але й різноманітність компонентів мертвої деревини (породний склад, стадії розкладання, діаметр тощо) у лісовій екосистемі має важливе зна-

чення для збереження різноманіття видів [18]. Водночас низка дослідників виявили прямий кореляційний зв'язок між запасами деревного детриту та різноманітністю компонентів мертвої деревини в лісах [16].

В Україні в наукових публікаціях здебільшого деревний детрит розглядається як важливий компонент у загальній біомасі лісових насаджень у контексті депонування вуглецю та дослідження продуктивності лісів [11; 19]. Водночас зазвичай використовується поняття «мортмаса лісів» — органічна речовина мертвих деревних рослин, їхніх фрагментів та окремих мертвих компонентів живих рослин [19].

Особливості формування запасів деревного детриту в лісових екосистемах Центрального Лісостепу України, зокрема Канівського природного заповідника, вивчені недостатньо, а наукова проблема дослідження взаємозв'язку мертвої деревини з біорізноманіттям — комплексно не вирішена.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Канівський природний заповідник розташований у центральній частині лісостепової зони на правому та лівому берегах Дніпра. За фізико-географічним районуванням його територія належить до Київської височинної області Подільсько-Придніпровського лісостепового краю (ділянка правобережжя відома під назвою «Канівські гори») та Північнопридніпровської терасної низовинної області Лівобережно-Дніпровського лісостепового краю (лівобережні борова та заплавна тераси) [20]. Згідно з геоботанічним районуванням [21] територія належить відповідно до двох округів: Північного Правобережнопридніпровського грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук, лучних степів та Лівобережнодніпровського липово-дубових, грабово-дубових, соснових (на терасах) лісів, лук, галофітної та болотної рослинності Східноєвропейської лісостепової провінції Євразійської степової області.

Урочище Зміїні острови лежить у акваторії Канівського водосховища й займає площу 116 га [20]. У його межах сформувалися природні комплекси першої надзаплавної (борової) тераси Дніпра, у яких переважає лісова рослинність. Найвищі відмітки висот становлять 115–120 м н. р. м. Переважають дерново-підзолисті ґрунти, рідше трапляються різні варіанти ґрунтів гідроморфного типу. Основу деревостану лісових ділянок здебільшого складає дуб звичайний, іноді разом із сосною звичайною. Часто у сосново-дубових лісостанах є другий ярус, утворений кленом гостролистим та грабом звичайним. На деяких ділянках у деревостані є також береза повисла та пухнаста, осика,

липа серцелиста. Здебільшого лісові площі зі свіжими дерново-підзолистими ґрунтами під мішаними сосново-дубовими лісами зайняті угрупованнями союзу *Convallario majali-Quercion Shevchyk et V.Solomakha* 1996 [20].

Вивчення особливостей формування запасів грубого деревного детриту проводилось у лісах природного походження, що зростають в умовах свіжої судіброви, на дослідній ділянці в центральній частині лісового урочища Зміїні острови (квартал 1) (рис. 1).

На досліджуваній ділянці основу деревостану утворено дубом звичайним та сосною звичайною, а також кленом гостролистим, грабом звичайним із домішкою липи дрібнолистої. Вік переважаючої породи — дуба звичайного — становить 140 років.

Досліджувані ліси мають природне походження та розвивалися без значного господарського втручання людини лише останніх 30 років. Останнє видалення крупномірної поваленої деревини проводилось у 2006 році. Упродовж минулих 15 років жодних господарських заходів на лісовій ділянці не було. Водночас до передачі цього урочища до складу заповідника та встановлення заповідного режиму (1986 рік) ця ділянка зазнала значного впливу у зв'язку з проведеними вибірковими санітарними рубками.

Вивчення структури запасу мертвої деревини було проведено методом суцільного обліку на пробній площі 0,24 га (60 м × 40 м), закладеній на дослідній ділянці відповідно до стандартизованих вимог [22]. У межах цієї площі виконано повний геоботанічний опис. Для класифікації фракцій і компонентів мертвої деревини, загалом, було використано методику, розроблену А. Білоусом [19]. До фракції сухостійної мертвої деревини включали й обліковували всі цілі чи зламані сухостійні дерева, діаметр яких на висоті грудей (1,3 м) становить 6,0 см і більше. Для всіх компонентів сухою вимірювали діаметр та висоту за загальноприйнятими в лісовій таксації методами. У випадку сухостійних зламаних дерев до 2 м заввишки вимірювали також діаметр стовбура на середині висоти. До фракції лежачої мертвої деревини (деревна ламаць і грубі гілки) включали й обліковували такі компоненти: повалені дерева (стовбури), фрагменти повалених дерев (стовбурів), гілки (фрагменти гілок) із середнім діаметром 6 см і більше, що налічувалися в межах пробних площ. Для всіх указаних компонентів мертвої деревини було здійснено вимірювання середнього діаметра та довжини. Для всіх компонентів мертвої деревини було визначено породу (деревний вид) за морфологічними ознаками. Сухостійну



Рис. 1. Схема розташування дослідної ділянки з дослідження мертвої деревини

Джерело: виконано автором на основі матеріалів сервісу «Google Карти» (<https://www.google.com.ua/maps/>).

та лежачу мертву деревину розподіляли за I–V класами розкладання згідно з методикою [19]. Об'єм цілих сухостійних дерев (стовбурів) було визначено за таблицями об'ємів [23]. Об'єм усіх компонентів лежачої мертвої деревини було визначено за формулою Губера:

$$V = \frac{\pi}{4} d_{0,5l}^2 l, \quad (1)$$

де V — об'єм стовбура (фрагмента стовбура) або грубої гілки; $d_{0,5l}$ — діаметр на стовбура (фрагмента стовбура) або грубої гілки на середині довжини; l — довжина стовбура (фрагмента стовбура) або грубої гілки; π — константа (3,1415926...).

Об'єм стоячих зламаних дерев (стовбурів) до 2 м заввишки було визначено за формулою Губера (1). Об'єм решти сухостійних зламаних дерев було визначено за сортиментними таблицями [23] за розрядами висот для цілих сухостійних дерев, з коригуванням об'єму на відповідний відсоток за відносною висотою та збігом стовбура [24]. Обробку польових даних та їх аналіз було проведено за допомогою програмних засобів MS Excel 2016.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У межах пробної площі деревостан із зімкнутістю 0,9 та покриттям 70% з діаметром стовбурів 0,5–0,7 м та 25–30 м заввишки представлений *Quercus robur* L. (50%), *Tilia cordata* Mill. (5%), *Pinus sylvestris* L. (5%), *Acer platanoides* L. (5%), *Carpinus betulus* L. (5%). У підліско-

во-підростовому ярусі зімкнутістю 0,5 та покриттям 30% до 4 м заввишки з вираженим покриттям зростають *Acer platanoides* L. (30%), *Corylus avellana* L. (5%), *Euonymus verrucosa* Scop (5%). Поодинокі трапляються *Acer tataricum* L., *Acer campestre* L., *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Pyrus communis* L., *Ulmus laevis* Pall. Трав'яний покрив (до 30%) розвинутий нерівномірно. Куртинами з виразним покриттям зростають *Convallaria majalis* L. (20%), *Stellaria holostea* L. (5%), *Alliaria petiolate* (M. Bieb.) Cavara et Grande (5%). Як асектатори поширені *Asarum europaeum* L., *Carex digitata* L., *Impatiens parviflora* DC., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Viola mirabilis* L. Значну участь у нижньому ярусі беруть сходи деревних рослин, зокрема *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Euonymus verrucosa*.

Результати дослідження запасу мертвої деревини за компонентами та деревними породами наведено в табл. 1.

Мертва деревина в досліджуваному сосново-дубовому лісі сформувалася через відмирання дерев п'ятьох порід та утворена двома фракціями: сухостій і повалена мертва деревина (рис. 2).

Сухостійна мертва деревина на досліджуваній ділянці має запас 46,2 м³/га, утворена цілими та зламаними сухостійними деревами. За породним складом значну перевагу має дуб звичайний (74,5%), значно меншу частку становить сосна звичайна (25,1%), а частка клена гостролистого є незначною (0,4%). Діапазон

Таблиця 1

Запас мертвої деревини в сосново-дубових лісах урочища Зміїні острови

№ п/п	Деревні породи	Запас мертвої деревини за компонентами, м ³ ·га ⁻¹		
		сухостій	лежача мертва деревина	разом
1	Дуб звичайний	34,4	2,3	36,7
2	Сосна звичайна	11,6	4,8	16,4
3	Клен гостролистий	0,2	2,4	2,6
4	Липа дрібнолиста	0,0	0,2	0,2
5	Граб звичайний	0,0	0,4	0,4
Разом		46,2	10,1	56,3

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень.



Рис. 2. Мертва деревина в сосново-дубових лісах урочища Зміїні острови

Джерело: виконано автором на основі власних досліджень.

діаметрів компонентів сухоостою дуже відрізняються поміж деревних порід і становить: для дуба звичайного — 31,3–41,6 см, клена гостролистого — 6,8–8,4 см; сухостій сосни звичайної утворено лише одним деревом діаметром 54,7 см. Висота зламаних стоячих дерев — від 2 до 18 м. У загальному запасі сухоостою значно переважає деревина II класу деструкції (33,0 м³·га⁻¹, 71,4%), порівнюючи з I класом (13,2 м³·га⁻¹, 28,6%). Однак для деяких деревних порід співвідношення детриту за класами деструкції є дещо іншим: уся сухостійна деревина сосни

звичайної представлена лише II класом, для клена гостролистого характерним є наявність обох класів деструкції, а для дуба звичайного — незначне переважання II класу.

Лежача мертва деревина має запас 10,1 м³·га⁻¹, який утворено в результаті відмирання дерев п'яти деревних порід. Переважає деревний детрит сосни звичайної (47,4%), дещо менше деревини клена гостролистого (23,8%) і дуба звичайного (22,8%), а частки інших порід — граба звичайного (4,0%) і липи дрібнолистої (2,0%) є незначними. Лежача мертва дере-

вина утворена цілими поваленими деревами, фрагментами повалених дерев (стовбурів) та грубими гілками. Серединний діаметр компонентів деревного детриту становить: сосни звичайної — 6,0–23,2 см, клена гостролистого — 6,0–16,0 см, дуба звичайного — 6,0–32,0 см, липи звичайної та граба звичайного — у межах 6,0–9,9 см. На фрагментах повалених стовбурів сосни звичайної виявлено незначний моховий покрив. Фрагментарно моховий покрив присутній також на мертвій деревині липи дрібнолистої, клена гостролистого.

У досліджуваних лісових екосистемах лежача мертва деревина представлена чотирма класами деструкції (I–IV), але не виявлено деревини на пізній (останній) стадії розкладання (V клас) (рис. 3).

За запасом абсолютну перевагу має II клас деструкції ($6,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 66,3%), значно менше детриту III класу ($2,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 22,8%). Запаси I, відповідно, частки лежачої мертвої деревини інших класів деструкції є незначними (I — $0,8 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 7,9%; IV — $0,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, 3,0%).

Лежача мертва деревина дуба звичайного представлена чотирма класами деструкції, серед яких переважають III (40,5%) і I (33,3%) класи. Значно меншу частку становить детрит II класу (19,9%), а частка IV класу є незначною (6,3%) (рис. 4).

Для лежачої мертвої деревини решти деревних видів характерним є переважання II класу деструкції. Так, наприклад, мертва деревина сосни звичайної утворена II–IV класами розкладання, але абсолютну перевагу має II клас (81,9%). Для клена гостролистого та липи дрібнолистої частка деревини цієї стадії розкладання становить 86,6% і 80,2% відповідно. Водночас деревний детрит граба звичайного характеризується лише одним III класом розкладання.

Загальний запас мертвої деревини в лісах із домінуванням *Quercus robur* в урочищі Зміїні острови становить $56,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Вона утворилася внаслідок відмирання дерев п'яти деревних порід: дуба звичайного, сосни звичайної, клена гостролистого, липи дрібнолистої і граба звичайного. У структурі запасу мертвої деревини переважає сухостій — 82,1%, а частка лежачої мертвої деревини відповідно становить 17,9% (рис. 5).

Основна частина запасу мертвої деревини утворена завдяки двом деревним породам — дубу звичайному й сосні звичайній, част-

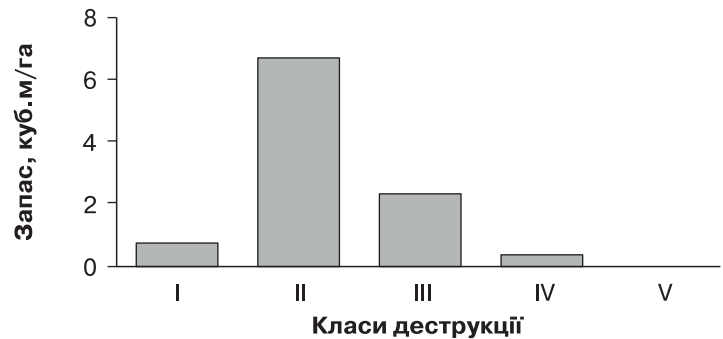


Рис. 3. Розподіл запасу лежачої мертвої деревини за класами деструкції

Джерело: виконано автором на основі власних досліджень.

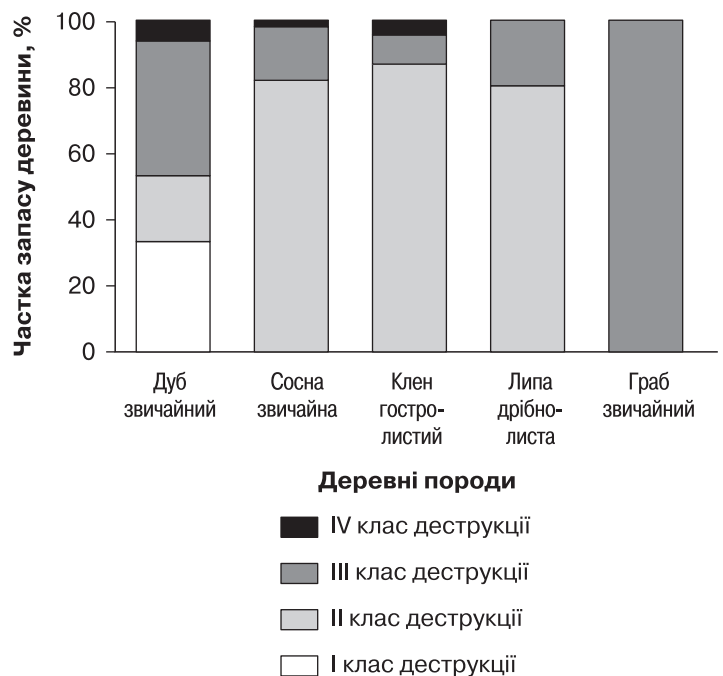


Рис. 4. Розподіл запасу лежачої мертвої деревини за деревними породами та класами деструкції

Джерело: виконано автором на основі власних досліджень.

ка детриту яких разом становить 94,3%. Інші три деревні породи сформували лише 6,7% запасу відповідно. Для дуба звичайного та сосни звичайної характерним є переважання сухостійної деревини, натомість для інших деревних порід — лежачої мертвої деревини (рис. 6).

Загалом, у досліджуваній лісовій екосистемі деревний детрит характеризується I–IV класами деструкції, водночас значну перевагу має детрит II класу розкладання (70,5%), значно меншу частку має нещодавно відмерла деревина (I клас, 24,8%), а інші класи деструкції маю незначні частки.

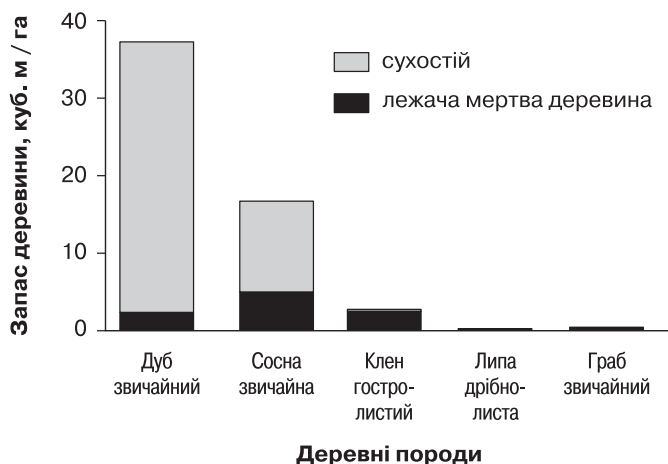


Рис. 5. Розподіл запасу мертвої деревини за фракціями та деревними породами

Джерело: виконано автором на основі власних досліджень.

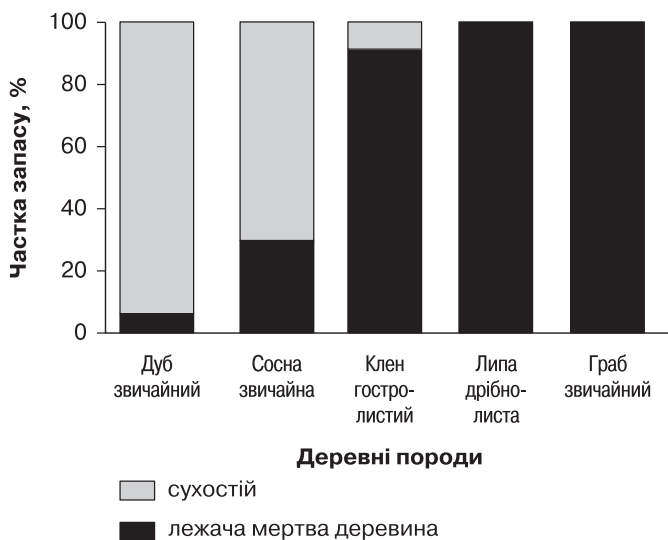


Рис. 6. Розподіл запасу мертвої деревини (%) за фракціями та деревними породами

Джерело: виконано автором на основі власних досліджень.

Одержані нами результати було порівняно з даними інших дослідників. За інформацією авторів [12], у природних заповідниках Європи запаси мертвої деревини становлять від $59 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ у хвойних лісах північної частини бореальної зони до $216 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ у мішаних гірських лісах центральної Європи.

Відповідно до наукової праці [25], у лісах із переважанням бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) у межах природних заповідників Європи запас мертвої деревини становить від 6 до $552 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ та залежить від типу лісу, часу, який минув від заснування, запасу ростучого деревостану. Найнижчий середній запас було

виявлено в нещодавно заснованих (менше 50 років) заповідниках, що розташовані в передгірських та низовинних регіонах — $100 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а частка сухостійної деревини в них у середньому становила 23%. Загалом, у досліджуваних заповідниках частка сухостійної деревини становила від 3% (північно-західна частина Європи) до 70% (центральна та південно-східна частина Європи).

За даними авторів [26], у лісах із домінуванням дуба (*Quercus* sp.) у природному заповіднику в Австрії середній запас грубого деревного детриту становив $107,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, частка сухоостою — 22%, лежачої мертвої деревини — 78%. У структурі запасу переважав детрит II (51%) і III (43%) класів деструкції, а найменшу частку становила мертва деревина останньої (V) стадії розкладання (1%). Для мертвої деревини дуба характерним було домінування II класу деструкції (64%), а для граба звичайного та інших порід — III класу (61 і 69% відповідно).

У природних липово-ясенево-дубових лісах національного природного парку «Голосіївський» (м. Київ) запас мертвої деревини становить $94,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, частка сухоостою — 25,4%, лежачої мертвої деревини — 74,6% [27]. Авторами було встановлено, що мертва деревина представлена I–V класами деструкції, однак за запасом переважали III (48,2%) і IV (23,5%) класи.

Аналізуючи отримані нами дані, можна зробити висновок, що вони, загалом, узгоджуються з результатами подібних досліджень. Водночас відмінності в запасі мертвої деревини та його розподілу за компонентами та класами деструкції в досліджуваних нами лісах, порівнюючи з лісовими екосистемами заповідних територій Європи, можуть бути пов'язані із низкою чинників.

Запас мертвої деревини залежить від клімату регіону, трофності та зволоженості місцезростання, типу лісу, породного складу та запасу деревостану, віку, характеру та інтенсивності стихійних природних явищ [2; 12; 4]. Лісогосподарська діяльність є теж одним із важливих чинників, що впливають на наявність мертвої деревини в лісах [2; 13; 14]. У досліджуваних нами природних сосново-дубових лісах в урочищі Зміїні острови протягом останніх 15 років не спостерігалось сильних природних порушень, які могли б призвести до утворення значних запасів мертвої деревини.

Основними чинниками утворення деревного детриту могли бути: вплив несприятливих кліматичних умов (тривалі періоди без опадів у літній період), що призвели до ослаблення деяких дерев та їх відмирання; вплив біотичних

чинників (комахи, збудники хвороб). Іншими факторами могли бути пориви сильного вітру, що призводили до зламування окремих стовбурів дерев. Під дією налипання значної кількості снігу могло мати місце обламування крон та стовбурів дерев (сніголам), зокрема сосни звичайної [28]. Відмирання дерев у тонких ступенях товщини граба звичайного, клена гостролистого та липи дрібнолистої, які зростали в другому ярусі деревостану, могло статись у зв'язку з конкуренцією та впливом інших чинників. Переважання мертвої деревини II та I класів розкладання, а також відсутність детриту останньої стадії розкладання може бути пов'язане з порівняно нетривалим періодом часу, протягом якого досліджувані ліси розвивалися без господарського втручання людини. І хоча Канівський заповідник засновано у 1923 р., досліджувані нами сосново-дубові ліси Канівського природного заповідника розвиваються без впливу людини впродовж приблизно 15 років. Раніше в цих лісах проводилося вибіркоче видалення сухостійних і повалених дерев у порядку проведення вибіркових санітарних рубок та ліквідації захаращеності, оскільки зазначені заходи не були заборонені в природних заповідниках за діючим на той час законодавством, що регулювало проведення рубок. Водночас деревина дуба звичайного та сосни звичайної, що домінує в загальному запасі деревного детриту в досліджуваних лісах урочища, належить до групи порід із порівняно низькою швидкістю розкладання [12]. Тому часу, протягом якого було встановлено суворий заповідний режим у досліджуваних екосистемах, могло бути недостатньо для розкладання

мертвої деревини та утворення детриту пізніх стадій деструкції (IV–V).

ВИСНОВКИ

У сосново-дубових лісах, що зростають в умовах свіжої судіброви урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника, мертва деревина утворена внаслідок відмирання дерев п'ятьох порід, представлена двома фракціями (сухостійною й лежачою) та чотирма класами деструкції. Основними чинниками утворення деревного детриту могли бути: вплив несприятливих кліматичних умов (тривалі періоди без опадів у літній період), що зумовило ослаблення деяких дерев та їх відмирання; пориви сильного вітру, що призводили до зламування окремих стовбурів дерев; сніголами слабкої інтенсивності; вплив біотичних чинників (комахи, збудники хвороб). Порівняно невисокі показники запасу мертвої деревини пояснюються: відсутністю значних природних порушень, що могли б призвести до утворення значних запасів мертвої деревини протягом останніх років; впливом вибіркових санітарних рубок, що мали місце в останні роки експлуатації цього лісового масиву лісовим господарством; коротким терміном заповідання цієї території; відносно коротким періодом повної заборони законодавством видалення сухою та ліквідації захаращеності в лісах заповідників України. Переважання частки деревного детриту I та II класів деструкції (95,3%) пояснюється перевагою в складі деревини дуба звичайного (65,2%), що має триваліший час деструкції, порівнюючи з іншими породами, та незначною тривалістю періоду його накопичення в цих лісах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фурдичко О.І. Агроєкологія: моногр. Київ: Аграрна наука, 2014. 400 с.
2. Harmon M.E. et al. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*. 1986. No 15. P. 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4)
3. Humphrey J.W. et al. Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 193–206.
4. Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильссон С. Оценка запасов древесного детрита в лесах России. *Лесная таксация и лесостроительство*. 2009. Вып. 1 (41). Сибирь: СГТУ, 2009. С. 133–147.
5. Stokland J.N., Tomter S.M., Soderberg U. Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI Proceedings*. 2004. P. 207–228.
6. Schuck A. et al. Forest biodiversity indicator: dead wood — a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 49–77.
7. Siitonen J. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletin*. 2001. Vol. 49. P. 11–42.
8. Jonsell M., Weslien J., Ehnstrom B. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*. 1998. Vol. 7. P. 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031>
9. Лакида П.І., Білоус А.М., Васишин Р.Д., Макачук І.Я. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів Українського Полісся: моногр. Корсунь-Шевченківський: ФОП В.М. Гаврищенко, 2012. 454 с.
10. Пастернак В.П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.03.02, 06.03.03 Київ, 2011. 41 с.

11. Володимиренко В. М., Котляревська У.М., Сурай В.А., Клочко В.М. Мортмаса лісових екосистем у сучасному екоресурсному вимірі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.5. С. 188–194.
12. Hahn K., Christensen M. Dead wood in European forest reserves — a reference for forest management. *EFI Proceedings*. 2004. No 51. P. 181–191.
13. Atici E., Colak A.H. and Rotherham I.D. Coarse dead wood volume of managed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Turkey. *Investigaciyn Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*. 2008. Vol. 17. No. 3, P. 216–227.
14. Jonsson, B.G. et al. Dead wood availability in managed Swedish forests — Policy outcomes and implications for biodiversity. *Forest Ecology and Management*. 2016. Vol. 376. P. 174–182.
15. Пастернак В.П., Яроцький В.Ю. Запаси та динаміка відмерлої деревини у лісах північного сходу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2010. Вип. 152. Ч. 2. С. 93–100.
16. Müller, J & Büttler, R. A review of habitat thresholds for dead wood: A baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*. 2010. Vol. 129. P. 981–992. DOI: 10.1007/s10342-010-0400-5.
17. Lassauce A., Paillet Y., Jactel H. and Bouget C. Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecological Indicators*. 2011. 11. P. 1027–1039.
18. Neilmann-Clausen J., Christensen M. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *Forest Ecology and management*. 2004. 201. P. 105–117
19. Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 3–4. С. 134–145.
20. Фігорізоманіття заповідників і національних природних парків України. Ч. 1. Біосферні заповідники. Природні заповідники / Під ред. В.А. Онищенко і Т.Л. Андрієнко. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 406 с
21. Національний атлас України / Під ред. Л.Г. Руденко. Київ: ДНВП «Картографія», 2008. 440 с.
22. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
23. Лісотаксаційний довідник / Затверджено Державним агентством лісових ресурсів України; за ред. С.М. Кашпора, А.А. Строчинського. Київ: Вид. дім «Вініченко», 2013. 496 с.
24. Захаров В.К. Форма древесных стволов и методы ее исследования. Сб. науч. тр. Белорус. лесотехн. ин-та. Вып. 10. Минск, 1957. С. 77–91.
25. Christensen M. et al. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*. 2005. Vol. 210. P. 267–282. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.02.032.
26. Rahman M. et al. Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of forest science*. 2008. 54 (4). P. 161–169. DOI: <https://doi.org/10.17221/3102-JFS>
27. Чорнобров О.Ю., Сотник Л.П., Ходинь О.Б., Коніщук В.В., Тимочко І.Я., Соломаха І.В. Екологічна оцінка запасу мертвої деревини у природних листяних лісах долини р. Віти у національному природному парку «Голосіївський». *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207680>
28. Свириденко В.Є., Бабіч О.Г., Киричок Л.С. Лісівництво: підручн. / За ред. В.Є Свириденка. Київ: Арістей, 2005. 544 с.

FEATURES OF COARSE WOODY DEBRIS VOLUME FORMATION IN FRESH SUDIBROVA CONDITIONS IN ZMIINI ISLANDS TRACT OF KANIV NATURE RESERVE

Chornobrov O.
Researcher

Institute of Agroecology and Nature Management of NAAS
(Ukraine, Kyiv)

e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8251-1573>

*Dead wood (woody debris) is an important component of forest ecosystems. It performs a number of ecological and environmental functions. The article studies the peculiarities of the formation of coarse wood detritus volume and its qualitative structure in forests in the conditions of fresh sudibrova of the Zmiini Islands tract of Kaniv Nature Reserve. The study of dead wood was carried out in 140-year-old pine-oak forests of natural origin on a permanent sample plot (0.24 ha) by identifying and measuring of standing and lying deadwood components. It was found that dead wood in the forest ecosystem was formed due to the dying of trees of five species: common oak (*Quercus robur* L.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Norway maple (*Acer platanoides* L.), small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and common hornbeam (*Carpinus betulus* L.), and has a volume $56.3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Dead wood volume is dominated by standing dead trees — 82.1%, and the share of lying dead wood, respectively, is 17.9%. The main part of dead wood volume is formed by two*

tree species — common oak and Scots pine, the share of which together is 94.3%. Common oak and Scots pine is characterized by a predominance of standing dead wood, while for other tree species — lying dead wood. In general, dead wood is formed by detritus of I–IV classes of destruction, at the same time detritus of class II decomposition has a significant advantage (70.5%), recently dead wood has a much smaller share (I class, 24.8%), and other classes of destruction have insignificant shares, which together do not exceed 5.0%. No woody detritus of the last (V) class of destruction was detected. Volume of standing dead wood is $46.2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, and is formed by whole and broken dead trees. In terms of species composition, common oak has a significant advantage (74.5%), Scots pine has a much smaller share (25.1%), and the share of Norway maple is insignificant (0.4%). The total standing dead wood volume is dominated by wood of class II destruction ($33.0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 71.4%) compared with class I ($13.2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 28.6%). Lying dead wood is represented by four classes of destruction (I–IV), however, no woody debris was found at the late (last) stage of decomposition (class V). In terms of volume, the second class of destruction has an absolute advantage ($6.7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 66.3%), much less class III detritus ($2.3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 22.8%). Lying dead wood of common oak is represented by all four classes of destruction, among which III (40.5%) and I (33.3%) classes predominate. Lying dead wood of other tree species is characterized by the predominance of II or III classes of destruction. The main factors in the formation of woody detritus in the pine-oak forest in the Zmiiini Islands tract could be the impact of adverse climatic conditions (long periods without precipitation in summer), which led to the weakening of individual trees and their death, gusts of wind that broke individual tree trunks, low-intensity snow breaks, and the influence of biotic factors (insects, pathogens).

Keywords: dead wood, standing dead trees, lying dead wood, forest ecosystem, pine-oak forest, biodiversity conservation.

REFERENCES

1. Furdychko, O.I. (2014). *Ahroekolohiya: monohrafiya [Agroecology: monograph]*. Kyiv: Agrarian science [in Ukrainian].
2. Harmon, M.E. et al. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 15, 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4) [in English].
3. Humphrey, J.W. et al. (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*, 51, 193–206 [in English].
4. Shvidenko, A.Z., Shhepashenko, D.G., & Nil'sson, S. (2009). Ocenka zapasov drevesnogo detrita v lesah Rossii. [Assessment of woody detritus in forests of Russia]. *Lesnaja taksacija i lesoustrojstvo — Forest mensuration and inventory*, 1 (41), 133–147 [in Russian].
5. Stokland, J.N., Tomter, S.M., & Soderberg, U. (2004). Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI Proceedings*, 51, 207–226 [in English].
6. Schuck, A. et al. (2004). Forest biodiversity indicator: dead wood — a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI-Proceedings*, 51, 49–77 [in English].
7. Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletin*, 49, 11–42 [in English].
8. Jonsell, M., Weslien, J., & Ehnstrom, B. (1998). Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*, 7, 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031> [in English].
9. Lakyda, P.I., Bilous, A.M., Vasylyshyn, R.D., Makarchuk, I.Ya. (2012). *Bioproduktyvnist ta enerhetychnyi potentsial miakolystianikh derevostaniv Ukrain'skoho Polissia [Bioproductivity and energy potential of softwood stands of Ukrainian Polissya]*. Korsun-Shevchenkivskiy: FOP V.M. Havryshenko [in Ukrainian].
10. Pasternak, V.P. (2011). Bioproduktyvnist lisiv pivnichnoho skhodu Ukrainy v konteksti zmin klimatu [Bioproductivity of forests of northeastern Ukraine in the context of climate change]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Volodymyrenko, V.M., Kotliarevska, U.M., Surai, V.A., Klochko, V.M. (2016). Mortmasa lisovykh ekosystem u suchasnomu ekoresursnomu vymiri [Mortmass of forest ecosystems in the modern eco-resource dimension]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of UNFU*, 26.5, 188–194 [in Ukrainian].
12. Hahn, K., Christensen, M. (2004). Dead wood in European forest reserves — a reference for forest management. *EFI Proceedings*, 51, 181–191 [in English].
13. Atici, E., Colak, A.H. and Rotherham, I.D. (2008). Coarse dead wood volume of managed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Turkey. *Investigaciyn Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 17, 3, 216–227 [in English].
14. Jonsson, B.G. et al. (2016). Dead wood availability in managed Swedish forests — policy outcomes and implications for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 376, 174–182 [in English].
15. Pasternak, V.P., Yarotskyi, V.Yu. (2010). Zapasy ta dynamika vidmerloi derevyny u lisakh pivnichnoho skhodu Ukrainy [Stocks and dynamics of dead wood in the forests of northeastern Ukraine]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy — Scientific Bulletin of NULES of Ukraine*, 152, 2, 93–100 [in Ukrainian].

16. Müller, J & Bütler, R. (2010). A review of habitat thresholds for dead wood: A baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*, 129, 981–992. DOI: 10.1007/s10342-010-0400-5 [in English].
17. Lassauce, A., Paillet, Y., Jactel, H. and Bouget, C. (2011). Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecological Indicators*, 11, 1027–1039 [in English].
18. Heilmann-Clausen, J., Christensen, M. (2004). Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *Forest Ecology and management*, 201, 105–117 [in English].
19. Bilous, A.M. (2014). Metodyka doslidzhennia mortmasy lisiv [Methodology of the research mortmass of forest]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia — Biological Resources and Nature Management*, 6, 3–4, 134–145 [in Ukrainian].
20. Onyshchenko, V.A. & Andrienko, T.L. (Eds.). (2012). *Fitoriznomanittia zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy. Ch.1. Biosferni zapovidnyky. Pryrodni zapovidnyky [Phytodiversity of nature reserves and national nature parks of Ukraine. P. 1. Biosphere reserves. Nature reserves]*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
21. Rudenko, L.G. (Ed.). (2008). *Natsionalnyi atlas Ukrainy [National atlas of Ukraine]*. Kyiv: DNVP «Kartografija» [in Ukrainian].
22. Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. [Forest inventory sample plots. Establishing method]. (2006). *Corporate standard 02.02-37-476:2006*. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy [in Ukrainian].
23. Kashpor, S.M. & Strohynskyi, A.A. (Eds.). (2013). *Lisotaksatsiyni dovidnyk [Forest taxation handbook]*. Kyiv: Vyd. dim «Vinichenko» [in Ukrainian].
24. Zaharov, V.K. (1957). Forma drevesnyh stvolov i metody ee issledovaniya [The shape of tree trunks and methods of its study]. *Sb. nauch. tr. Belorus. lesotehn. in-ta — Collection of articles of Belarus forestry institution*, 10, 77–91 [in Russian].
25. Christensen, M. et al. (2005). Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 210, 267–282. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.02.032 [in English].
26. Rahman, M., Frank, G., Ruprecht, H. & Vacik, H. (2008). Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of forest science*, 54 (4), 161–169. DOI: <https://doi.org/10.17221/3102-JFS> [in English].
27. Chornobrov, O.Yu. et al. (2020). Ekolohichna otsinka zapasu mertvoi derevyny u pryrodnykh lystianykh lisakh dolyny r. Vity u natsionalnomu pryrodnomu parku «Holosiivskyi» [Ecological assessment of dead wood volume in natural deciduous forests in Vita river valley in Holosiivskyi National Nature Park]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 45–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207680> [In Ukrainian].
28. Svyrydenko, V.Ye. (Ed.), Babich, O.H., Kyrychok, L.S. (2005). *Lisivnytstvo [Silviculture]*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Чорнобров Олександр Юрійович, науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; тел.: +380969277701; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8251-1573>)