

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ МЕРТВОЇ ДЕРЕВИНИ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ СТРИЙСЬКО-СЯНСЬКОЇ ВЕРХОВИНИ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Визначено структуру та запаси органічної речовини лісових екосистем, акумульованої в мертвій деревині на території фізико-географічного району Стрийсько-Сянської Верховини. Досліджено її щільність на різних стадіях розкладу. Щільність деревини першої стадії розкладу на 5% більша від деревини живого дерева. Встановлено зменшення щільності мертвої деревини із збільшенням стадії розкладу. Запаси грубих деревних залишків змінюються в межах 7,65 – 46,99 т·га⁻¹. Основна маса їх припадає на ламань і сухостій (99,3-81%). Виявлено, що при найбільших запасах ламані у 45-ти річному насадженні запаси пнів є менші, ніж у 70- і 110-ти річних лісових екосистемах. Це зумовлено особливостями формування ламані (вивал дерев з частиною скелетного коріння). Основна частина ламані і пнів припадає на другий і третій клас розкладу - 31-91%. Проте, відносне значення запасів пнів останньої стадії розкладу від ламані є вищим на 11,4% і становить 14%. Виявлена тісна кореляція між запасами гілок (діаметром 1-7 см) і ламанню – $R = 0,91$, а між гілками і сухостоєм така кореляція є слабкою - $R=0,22$.

Ключові слова : Стрийсько-Сянська Верховина, лісові екосистеми, мертва деревина сухостій, ламань, гілки, пні

Мертва деревина або грубі деревні залишки (від англійської *coarse woody debris* CWD) є важливим компонентом лісових екосистем. Їх значимість для лісів була зазначена під час дослідження функціонування та продуктивності лісових екосистем [15]; вивчення їх біорізноманіття [13, 17]; збереження елементів живлення деревних рослин та вологи [14; 16]; захисту ґрунту від ерозії [19] а також пом'якшення кліматичних змін за рахунок сповільнення мінералізації та емісії парникових газів, зокрема CO₂ [22]. Грубі деревні залишки є важливим компонентом для збереження запасів вуглецю. Наприклад, у США 14% від загального пулу вуглецю лісу зберігається в мертвій деревині [21]. Якщо вуглець закріплений в стовбурах живих дерев, випадає із колообігу в період їх росту, то органічна речовина відмерлих дерев під впливом процесів біохімічної трансформації, зокрема ксиліоліту, знову потрапляє в біогеохімічний цикл вуглецю. Проте відмерла деревина розкладається набагато повільніше, ніж інші складові фітодетриту, і тому її наявність в екосистемі в деякій мірі сповільнює емісію вуглецю до атмосфери, що дозволяє вважати грубі деревні залишки специфічним компонентом органічної речовини ґрунту [4].

В Україні запаси мертвої деревини визначають в місцях значного накопичення при проведенні та лісотаксаційних досліджень (категорія «сухостій» та «захаращеність»), або досліджують частково на окремих ділянках, що суттєво зменшує точність оцінки загальних запасів органічної речовини в лісових екосистемах.

Для встановлення ролі лісових екосистем в біогеохімічному циклі потрібна оцінка кількості запасів органічної речовини в усіх блоках лісових екосистем, які потім формують інтенсивність обмінних процесів. Оскільки мертва деревина є компонентом лісових екосистем, важливими є регіональні оцінки її запасів (особливо в гірських регіонах), які дозволять встановити їх вклад у баланс вуглецю на рівні фізико-географічних районів Українських Карпат.

Матеріал і методи досліджень

Ціль дослідження була у визначенні структури та запасів органічної речовини лісових екосистем, акумульованої в мертвій деревині на території фізико-географічного району

Стрийсько-Сянської Верховини, яка належить до Вододільно-Верховинської фізико-географічної області Українських Карпат. За геоботанічним районуванням це район ялиново-букових і ялицево-ялиново-букових лісів [3]. Дослідні ділянки локалізовані в межах двох кварталів (8; 38) підприємства ДП “Боринське” ЛГ Львівського ОУЛМГ і розташовані в межах висот 658-775 мн.р.м. (рис. 1, табл. 1).

Грубі деревні залишки поділяють на великі гілки, сухостій, ламань і пні [7]. До великих гілок віднесли гілки діаметр яких становить 0,5-6,9 см. Оцінку запасу цього компонента проводили за методом пересічних ліній. [20]. Для обліку сухоостою використана методика за Рафаелом Тінетом та ін. [6]. Висока точність отриманих даних забезпечувалась використанням польової GIS Field-Mar. Запаси ламані, пнів визначали за чотирма стадіями розкладу (клас розкладу) на ділянках розміром 3x3 (n=5). Для визначення щільності і маси сухої речовини CWD відбирались зразки (n=5) для кожної стадії розкладу. Їхню щільність визначали парафіновим методом [5].

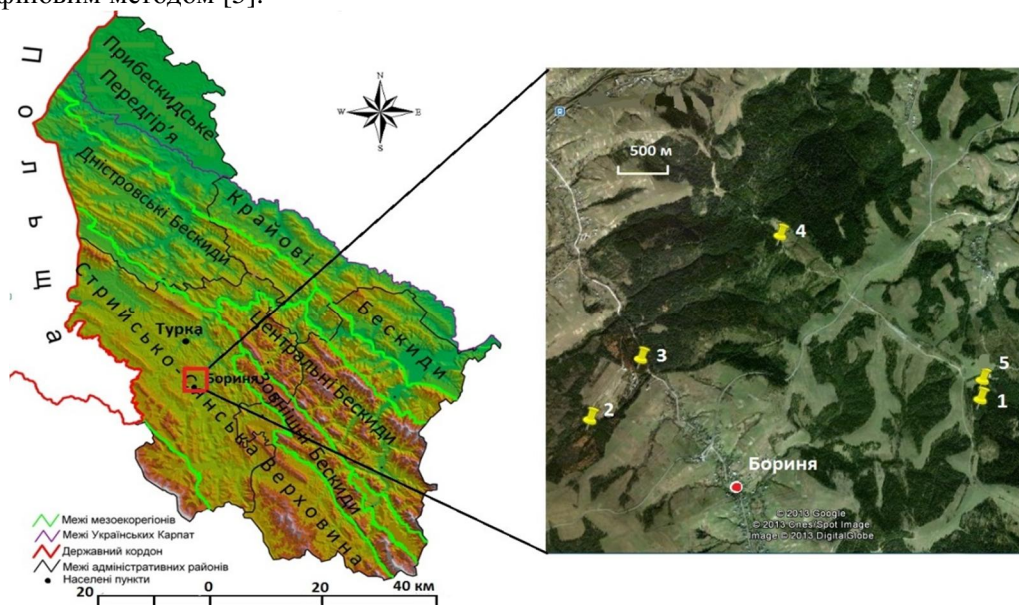


Рис. 1. Розташування дослідних ділянок (1 – ялицево-буковий ялинник мертвопокривний; 2 – буковий ялинник папоротево-шорсткоожинний; 3 – буково-дубовий ялинник зеленчуково-шорсткоожинний; 4 – ялицевий-яличник жорсткоожинний; 5 – буково-ялиновий яличник ліщиново-шорсткоожинно-папоротевий)

Таблиця 1

Коротка характеристика та локалізація пробних площ в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини

Назва та номер дослідної ділянки	Формула деревостану, бонітет, повнота	Вік, роки	Експозиція, крутизна схилу, висота н.р.м.
1	Ял4Бк4Яц2, Іа; 0,63	30	Сх, 3-5°, 775 м
2	Ял9Бк1, Іа; 0,6	45	Пн-сх., 2-4° 687 м
3	Ял6ДЗБк1, Іа; 0,82	50	Пн-сх, 3-5°, 658 м
4	Ял6Яц4, Іа; 0,47	70	Вирівняна 0°, 730 м
5	Яц8Ял1Бк1, Іа; 0,55	110	Сх, 8-10°, 769 м

Результати досліджень та їх обговорення

Запаси CWD в лісовому біогеоценозі формуються в результаті процесів відмирання і відпаду здерев'янілих частин або дерева та його трансформації. Їх маса та структура залежать від походження та стадії розвитку насадження, а також інтенсивності впливу різних факторів (природні або антропогенні), що порушують природний процес розвитку деревостану, умов декструкції деревини і присутності, так званих, “успадкованих” грубих деревних залишків. [18, 11]. Розрахунку маси CWD передувала оцінка їхньої щільності, яка залежить від ступеня розкладу. [5, 10]. За отриманими даними - в досліджуваних екосистемах щільність деревини змінюється в межах 458 - 193 кг м⁻³ (табл. 2).

На початкових стадіях розкладу щільність збільшується на 5% від початкової, далі зі збільшенням розкладу поступово зменшується. Щільність четвертого класу розкладу на 58% нижче щільності деревини живого дерева. Подібні величини отримані О.В. Трефіловою [8], якою встановлено, що щільність CWD сосняків середньої тайги зменшується від 527 до 260 кг м⁻³.

Таблиця 2

Середні показники щільності деревини в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини

Стадія розкладу	Середнє значення і похибка середнього кг·м ³	Середнє відхилення %
Деревина живого дерева	458±19	30,4
I	484,2±22	19,0
II	357,2±24	37,0
III	305,4±27	8,5
IV	193,6±24	9,5

Сумарні запаси CWD в екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини змінюються в межах 7,65 - 46,99т·га⁻¹ (табл. 3).

Таблиця 3

Запаси і компонентний склад CWD т·га⁻¹ в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини

Компоненти		Екосистема (вік)				
		30р	45р	50р	70р	110р
великі гілки (1-7 см)		0,04	1,58	0,65	0,75	0,82
сухостій		14,776	17,28	3,802	4,8	5,856
ламань	I	0,24	4,04	1,74	0,03	0,33
	II	0,55	23,18	0,73	13,48	8,05
	III	0,04	0,24	0,16	0,02	8,46
	IV	0,01	0,03	0,25	0,03	1,22
	разом	0,84	27,49	2,88	13,56	18,06
пні	I	0	0	0	0	0,2
	II	0,01	0,21	0,02	0,61	0,4
	III	0,02	0,41	0,3	0,7	0,55
	IV	0	0,02	0	0,4	0,14
	разом	0,03	0,64	0,32	1,71	1,29
всього		15,69	46,99	7,652	20,82	26,03

* I-IV-стадії розкладу CWD

У 30 ти річному ялицево-буковому ялиннику мертвопокровному запас CWD становить 15,69 т·га⁻¹. Основна частина якого припадає на сухостій 14,78 т·га⁻¹ (95%). Запас ламані

становить $0,84 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$, який представлений в основному першим та другим класом розкладу (понад 93%) із середнім діаметром 15 см. У молодих деревостанах запас детриту пнів і гілок ще не сформувався і тому є незначним - відповідно $0,03$ - $0,04 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$.

У 45-ти річному буковому ялиннику папоротево – ожинового маса CWD сконцентрована переважно в ламані та сухою відповідно $27,49$ та $17,28 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$, що становить 98% від усього запасу. Такі значні запаси ламані зумовлені домінуванням ялини, яка у поясі букових лісів при мезотрофних вологих умовах формує поверхневу кореневу систему, що зменшує стійкість до вітровалів [2]. Запас ламані припадає на свіжий відпад (діаметром 15-30 см) основного деревостану, де у першому та другому класі розкладу сконцентровано відповідно $23,18$ та $4,04 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$. Запас пнів становить $0,64 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ (97% II,III клас) збільшення частки цих класів пов'язано із швидшими процесами трансформації деревного компонента. Величина гілкового матеріалу становить $1,58 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ (2%).

Значні запаси сухою ялини в 30-ти річному ялицево-буковому ялиннику мертвопокровному та у 45-ти річному буковому ялиннику папоротево-ожинового зумовлена значною вразливістю до захворювань штучних смерекових насаджень у межах букового поясу, а особливо на території Стрийсько-Сянської Верховини [9].

Запаси CWD в буково-дубовому ялиннику зеленчуково-ожинового є незначними – $7,65 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$, на частку сухою припадає 53%, на ламань і пні відповідно 8-39 %. Основна частина запасу ламані припадає на I клас розкладу $1,74 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$, це - в основному стовбури діаметром 10-15 см, II клас ($0,73 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$) представлений стовбурами діаметром 15-25 см. Запаси III і IV класу є незначними - відповідно $0,16$ - $0,25 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ і характеризуються стовбурами діаметром від 10 до 30 см. Запаси пнів, як і у 30-ти річному деревостані є незначними $0,032 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ і основна частина - 94% припадає на III клас розкладу. Пні першого і четвертого класів не були виявлені.

Формування другого ярусу під пологом деревостанів, розвиток підліску і підросту в “вікнах” змінює структуру деревного детриту. В міру старіння і ускладнення вікової структури в хвойних лісових екосистемах розміри деревного відпаду поступово наближаються до середніх таксаційних показників деревостану, а в перестійних лісах можуть їх перевищувати [1].

Кількість CWD у 70-ти річному ялицевому ялиннику папоротево – ожинового становить $20,82 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ структура якого складається із ламані (59%), сухою (22%), пнів (16%) та гілок (3%). Запаси свіжих та останніх стадій розкладу ламані є незначними відповідно $0,03$ та $0,08 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$. У порівнянні із молодшими насадженнями спостерігається збільшення запасів ламані третьої стадії розкладу- $5,23 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$. Для пнів характерним є рівномірний розподіл мертвої деревини за стадіями розкладу $0,61$; $0,7$ та $0,4$ для II; III; IV стадій розкладу. Свіжих (перша стадія розкладу) пнів не виявлено.

У 110-ти річному буково-смерековому яличнику квасницево-ожиново-зеленчуковому акумульовано $30,03 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ CWD. Розподіл по компонентах є наближеним до 70-ти річного угруповання: ламань - 65, сухою - 22, пні - 10, гілки - 3%. На першу та четверту стадії ламані припадає відповідно $0,33$ та $1,22 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$. Запас другої і третьої стадій розкладу цього компоненту розподілений рівномірно й їх частина становить понад 91% від загальних запасів в екосистемі. Мортмаса пнів виявлена в усіх класах розкладу $0,2$; $0,4$; $0,55$ та $0,14 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$. Середній діаметр пнів і ламані у 70-ти і 110-ти річних угруповань є наближеним до середніх таксаційних показників деревостанів, що підтверджує дані Верхунова П.М. [1].

Висновки

У досліджуваних екосистемах запаси мертвої деревини змінюються в межах $7,65$ – $46,99 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$, основна маса CWD припадає на ламань і сухою (99,3-81%).

Щільність деревини I першої стадії розкладу на 5% більші від деревини живого дерева. Встановлено зменшення щільності мертвої деревини із збільшенням стадії розкладу.

Виявлено, що при найбільших запасах ламані у 45-ти річному насажденні запаси пнів є менші, ніж у 70- і 110-ти річних екосистемах. Що може пояснюватись особливостями формування ламані (вивал дерев з частиною скелетного коріння). Основна частина ламані і пнів припадає на другий і третій клас розкладу 31-91%. Проте, відносне значення запасів пнів останньої стадії розкладу від ламані є вищим на 11,4% і становить 14%. Виявлена тісна

кореляція між запасами гілок (діаметром 1-7 см) і ламанню – $R = 0,91$, а між гілками і сухостоєм така кореляція є слабкою – $R = 0,22$.

1. *Верхунов П.М.* Закономерности строения разновозрастных сосняков / П.М. Верхунов. — Новосибирск: Наука, 1976. — 255 с.
2. *Голубец М.А.* Геоботаническое районирование Украинских Карпат / М.А. Голубец, К.А. Малиновский, С.М. Стойко. — Львов: Изд-во Льв. Ун-та, 1965. — С. 10—13.
3. *Голубец М.А.* Ельники украинских Карпат // Киев: Наукова думка, 1978. — 90 с.
4. *Климченко, А.В.* Аккумуляция углерода в валежнике лиственничников северной тайги и Средней Сибири / А.В. Климченко // Лесное хозяйство. — 2005. — № 5. — С. 33—34.
5. *Полубояринов О.И.* Плотность древесины / О.И. Полубояринов. — М.: Лесная промышленность, 1976. — 200 с
6. *РафаелаТіннер, Брігітте Коммармот, Петер Бранг, Урс-Беат Брендлі.* // Методичні вказівки із статистичної інвентаризації Угольсько-широколужанського букового пралісу / Версія 1.3 від 30.04.2010 на основі пілотної інвентаризації 2009 р. / [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://www.wsl.ch/>
7. *Трейфельд Р.Ф.* Определение запасов и фитомассы древесного детрита на основе данных лесоустройства / Р.Ф. Трейфельд, О.Н. Кранкина // Лесное хозяйство. — 2001. — №4. — С. 23—26.
8. *Трефилова* Годичний цикл углерода в сосняках средней тайги Приенсейской Сибири. // Автореферат дисертації. Красноярськ 2006.
9. *Трибун П.А.* Биогенотический покров бескид и его динамические тенденции / П.А. Трибун, М.В. Гаврилюк, Т. К. Шпильчак. — Киев: Наукова думка, 1983. — 202 с.
10. *Частухин В.Я.* Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе / В.Я. Частухин, М.А. Николаевская. — Л.: Наука, 1969. — 326 с.
11. *Brown J.K.* A planar intersect method for sampling fuel volume and surface area / J.K. Brown. — For. Sci. 17: 1971. — P. 96—102.
12. *Clark D.F.* Coarse woody debris in sub-boreal spruce forests of west-central British Columbia / D.F. Clark, D.D. Kneeshaw, P.J. Burton, J.A. Antos // Can. J. For. Res. — 1998. — Кч 28. — P. 284—290.
13. *Deadwood* as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. [Humphrey J.W., Sippola A.L., Lemperiere G., Dodelin B., Alexander K.N.A., Butler J.E.] // EFI-Proceedings, 2004. — Vol. 51. — P. 193—206.
14. *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems* [Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack K., Cummins K.W.] // Advances in Ecological Research, 1986. — Vol. 15. — P. 133—302.
15. *Ferris R.* A review of potential biodiversity indicators for application in British forests/ Ferris R., Humphrey J.W. // Forestry-Oxford, 1999. — Vol. 72. — P. 313—328.
16. *Krankina O.N.* Nutrient stores and dynamics of woody detritus in a boreal forest: modeling potential implications at the stand level / Krankina O.N., Harmon M.E., Griazkin A.V. // Canadian Journal of Forest Research, 1999. — Vol. 29. — P. 20—32.
17. *Saniga M.* Influence of forest stand structure on the occurrence of bird community in Skalná Alpa National Nature Reserve in the Veľká Fatra Mts. (West Carpathians) / M. Saniga // Journal of Forest Science, 2004. — Vol. 50. — P. 219—234.
18. *Spies T.A.* Coars woody debris in Douglas-fir forests of western Oregon and Washington / T.A. Spies, J.F. Franklin, T.B. Thomas // Ecology. — 1988. — Vol. 69. — P. 1689—1702.
19. *Stevens V.* The ecological role of coarse woody debris, an overview of the ecological importance of CWD in BC forests. Working paper ministry of forest research program, British Columbia, 1997. — № 30/97.
20. *Van Wagner.* The line intersect method in forest fuel sampling / Van Wagner // For. Sci., 1968. — Vol. 14. — P. 20—26.
21. *Woodall C.W.* Climatic regions as an indicator of forest coarse and fine woody debris carbon stocks in the United States / Woodall C.W., Liknes G.C. // Carbon Balance and Management, 2008. — Vol. 3. — P. 5.
22. *Zell J.* Predicting constant decay rates of coarse woody debris - a meta-analysis approach with a mixed model / Zell J., Kandler G., Hanewinkel M. // Ecological Modelling, 2009. — Vol. 220 (7). — P. 904—912.

В.П. Рожак

Институт экологии Карпат НАНУ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ МЕРТВОГО ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СТРЬЙСЬКО – СЯНСКОЙ ВЕРХОВИНЫ ВЕРХОВИНЫ (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

Определена структура и запасы органического вещества лесных экосистем, аккумулированной в мертвой древесине на территории физико-географического района Стрыйско-Сянской Верховины. Исследована ее плотность на разных стадиях разложения. Плотность древесины первой стадии разложения на 5% больше древесины живого дерева. Установлено уменьшение плотности мертвой древесины с увеличением стадии разложения. Запасы грубых древесных остатков изменяются в пределах 7,65 - 46,99 т • га⁻¹. Основная масса их приходится на валеж и сухостой (99,3-81%). Установлено, что при наибольших запасах валежа в 45-ти летнем насаждении запасы пней меньше, чем в 70-ти и 110-ти летних лесных экосистемах. Это обусловлено особенностями формирования валежа (вывал деревьев с частью скелетных корней). Основная часть валежа и пней приходится на второй и третий класс разложения - 31-91%. Однако, относительное значение запасов пней последней стадии разложения от валежа выше на 11,4% и составляет 14%. Обнаружена тесная корреляция между запасами ветвей (диаметром 1-7 см) и валежом - R = 0,91, а между ветвями и сухостоем такая корреляция - слабая - R = 0,22.

Ключевые слова: Стрыйско-Сянская Верховина, лесные экосистемы, мертвая древесина, сухостой, валеж, ветви, пни

V. P. Rozhak

Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine

PECULIARITIES OF FORMATION OF DEAD WOOD STOCKS OF FOREST ECOSYSTEMS OF STRYY SIAN VERKHOVYNA (UKRAINIAN CARPATHIANS)

Determined structure and organic matter stocks of forest ecosystems which are accumulated in dead wood on the site of physiographic region of Stryy-Sian Verkhovyna (Ukrainian Carpathians). Investigated its density at different stages of decomposition. The density of the wood at the first stage of decomposition is 5% larger than the wood of a living tree. Found that dead wood density decreases with increasing of stage of decomposition. Stocks of coarse woody residues ranges 7.65 - 46.99 t • ha⁻¹. Most of them set the logs and dead wood (99,3-81%). That is found that the largest stocks of logs amounted in 45-year-old ecosystem but the stocks of stumps are less than in 70 and 110 - year-old. It is caused with the peculiarities of formation of logs (inrush trees with roots skeletal part). The bulk of logs and stumps belong to the second and third class of decomposition (31-91%). However, the relative value of stocks stumps at the last stage of decomposition of logs is higher than 11.4% and amounted to 14%. Discovered a close correlation between stocks snags (diameter 1-7 cm) and logs - R = 0,91 and weak correlation between snags and dead standing trees - R = 0,22.

Keywords: Stryy-Sian Verkhovyna, forest ecosystem, dead wood, dead standing trees, logs, snags, stumps

Рекомендує до друку

М.М. Барна

Надійшла 30.04.2014