

УДК 574.45

Пижик І.С. ORCID 0000-0001-6594-0499

Шпаківська І.М. ORCID 0000-0002-5152-6083

## ЗАПАСИ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ В МОРТМАСІ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «НАДСЯНСЬКИЙ» (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

© Пижик І.С., Шпаківська І.М.

*Інститут екології Карпат НАН України**igorpyzhyk@gmail.com**ishpakivska@ukr.net*<http://doi.org/10.5281/zenodo.2543583>

*Питання мортмаси, її якісний і кількісний склад, вміст у ній органічного вуглецю та інших елементів, її середовищевірна роль є актуальною темою для дискусії серед науковців усього світу. Доведено, що мортмаса відіграє важливу роль у балансі вуглецю у лісових екосистемах. З'ясовано, що запаси мортмаси у лісі можуть сильно коливатися в залежності від природних умов місця зростання, тому є гостра потреба у проведенні саме регіональних оцінок мортмаси і запасів органічного вуглецю у ній. Дослідження проводились у межах регіонального ландшафтного парку «Надсянський», на території Яблунського лісництва, який розташований в межах фізико-географічного району Українських Карпат – Стрийсько-Сянська Верховина. Облік запасів грубих деревних залишків та відбір лісової підстилки проводився на 21 обліковій площі.*

*З'ясовано, що запаси підстилки у досліджуваних екосистемах коливаються від 4.42 до 26.35 т·га<sup>-1</sup>. Відповідно, запаси органічного вуглецю у підстилці коливаються від 2.05 до 10.99 т·га<sup>-1</sup>. Встановлено, що запас грубих лісових залишків в досліджуваних екосистемах змінюється від 1.41 до 17.25 т·га<sup>-1</sup>, запас  $C_{орг}$  змінюються в межах від 0.71 до 8.63 т·га<sup>-1</sup>.*

*Порівнюючи запаси органічного вуглецю у підстилці і грубих деревних залишках ми з'ясували, що лише на двох дослідних площах запаси органічного вуглецю вищі у CWD, ніж у лісовій підстилці, а на решті пробних площі спостерігається перевищення запасів органічного вуглецю у лісовій підстилці у 1.14–11.56 разів.*

**Ключові слова:** *органічний вуглець, лісові екосистеми, грубі деревні залишки, лісова підстилка, Стрийсько-Сянська Верховина, Українські Карпати.*

### ВСТУП

Зважаючи на потребу регіональних оцінок депонування вуглецю та встановлення ролі лісових екосистем у зв'язуванні вуглекислого газу атмосфери, впродовж останніх років в Україні було проведено низку досліджень в різних регіонах з розрахунком величини акумуляції органічного вуглецю лісовими насадженнями. Проте, у переважній більшості з них, детально вивчено акумулювання органічного вуглецю у розрізі адміністративних територіальних одиниць або лише надземною частиною фітомаси деревного ярусу. Тільки у деяких роботах зроблена комплексна оцінка депонування вуглецю у живій фітомасі, підстилці та стовбуровому фітотетриті лісів північного сходу України [5, 6, 8, 15].

Лісова підстилка є надґрунтовим утворенням, що формується під пологом лісу з опадів органічних решток надземних ярусів деревостану: опалого листя, хвої, гілок, кори, шишок, насіння тощо, і є складовою частиною мортмаси.

Грубі деревні залишки є важливим структурним та функціональним компонентом лісових екосистем, не лише як резервуар органічного вуглецю, а ще як

оселища та трофічна база багатьох представників лісової фауни і флори.

У біогеохімічному аспекті мертва деревина, яка розкладається, формує актуальні запаси та потоки вуглецю до атмосфери, а також є джерелом утворення органічних горизонтів лісової підстилки. Повільне вивільнення мінеральних елементів з відмерлої деревини зумовлює консервацію органічного вуглецю, запобігаючи його емісії у вигляді С-СО<sub>2</sub> та вимиванню у вигляді водорозчинних сполук (цукрів та амінокислот). Запаси органічної речовини грубих деревних залишків залежать від продуктивності деревостанів, пов'язані з географічними особливостями територій, віком насадження та умовами розкладу рослинних решток, такими як гідротермічний режим і трофічність лісових ґрунтів [1, 6, 17, 18].

Основною метою дослідження було оцінити запаси органічного вуглецю у компонентах мортмаси (лісовій підстилці та грубих деревних залишках) для подальшого використання отриманих результатів наповнення бази даних просторового розподілу органічного вуглецю на території Стрийсько-Сянської Верховини.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Регіональний ландшафтний парк «Надсянський» розташований на території фізико-географічного району Стрийсько-Сянської Верховини (Українські Карпати) та займає площу 19428.0 га, у тому числі лісовкриті території займають 4446.0 га. РЛП «Надсянський» як частина Міжнародного польсько-словацько-українського біосферного резервату «Східні

Карпати» включає в себе ліси державного лісового фонду (Яблунське лісництво державного підприємства «Боринське лісове господарство», які прилягають до польського ландшафтного парку «Долина Сяну». Парк створено з метою збереження цінних корінних ялицево-смерекових насаджень та природних ландшафтних комплексів (рис. 1).



Рис. 1. Локалізація території досліджень – РЛП «Надсянський».

За геоботанічним районуванням України територія РЛП «Надсянський» розташована у Турківсько-Старосамбірському геоботанічному районі. Для цього району характерними є букові, ялицево-букові та букова-ялицеві ліси. На північному мегасхилі Східних Бескид існують винятково сприятливі кліматичні умови для росту ялиці білої, яка відзначається тут високою життєздатністю.

Парк розташований у межах двох паралельних гірських хребтів по обидва боки Головного Європейського вододілу, який розділяє басейни двох великих європейських рік – Сяну (басейн Балтійського моря) та Дністра (басейн Чорного моря).

Серед природних територіальних комплексів РЛП «Надсянський» у ландшафтно-географічному, природоохоронному та лісівничому відношенні найбільш цікавим є урочище «Бучок» (1391га), а на Сянському вододільному хребті є місця, де збереглися природні масиви букових, ялицево-букових та ялиново-ялицево-букових лісів віком 70-80 років [4].

Дослідні ділянки були розташовані на території Яблунського лісництва ДП «Боринське ЛГ» поблизу сіл Боберка, Шандровець (рис. 2).

На території лісництва було закладено 21 дослідна ділянка на яких у трикратній повторюваності відбиралися проби підстилки, за допомогою деревинної рамки зі сторонами 25 см (за методом Скородумова) [12] (див. рис. 2, таблиця 1).

У зв'язку з тим що на території дослідження переважають хвойні породи дерев, а саме *Abies alba* і *Picea abies*, серед основних листяних лісоутворюючих порід провідне місце займає *Fagus sylvatica* і подекуди трапляється *Acer pseudoplatanus*, було здійснено групування лісових екосистем за класами віку: молодняки (вік до 40 років), середньовікові (40–60 років), пристигаючі (60–80 років) і стиглі та перестійні (понад 80 років).

В межах дослідних ділянок закладено пробні площі розміром 3×3 м та проведено облік лежачого стовбурового фітодетриту (ламань) і пнів, після чого зроблено перерахунок на вмісту органічного вуглецю ( $C_{org}$ ). До грубих деревних залишків належать гілки діаметром більше 1 см, сухі стоячі дерева висотою більше 1.3 м та пні висота яких менше 1.3 м [1].

Визначення мінеральної частини у підстилці здійснено методом сухого озолення, який проводять у



муфельній печі за температури 450-500°C впродовж 5-8 год. [6]. Щільність мертвої деревини у лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини змінюється в межах 178–512 кг·м<sup>-3</sup>[11]. Для обрахунку запасів  $S_{орг}$  нами взято середню щільність мертвої деревини для даної території 345 кг·м<sup>-3</sup>. Для перерахунку вмісту органічного вуглецю використовували коефіцієнт 0.52 для лісової підстилки і 0.50 для грубих деревних залишків [13, 14].

Для отримання більш достовірних даних та оцінки точності вимірювання нами також був проведений статистичний аналіз отриманих результатів. Використовуючи пакет статистичних функцій програми Microsoft Excel враховано – середню абсолютну і абсолютно відносну похибку для кожної дослідної ділянки і середнє значення для всіх дослідних ділянок.

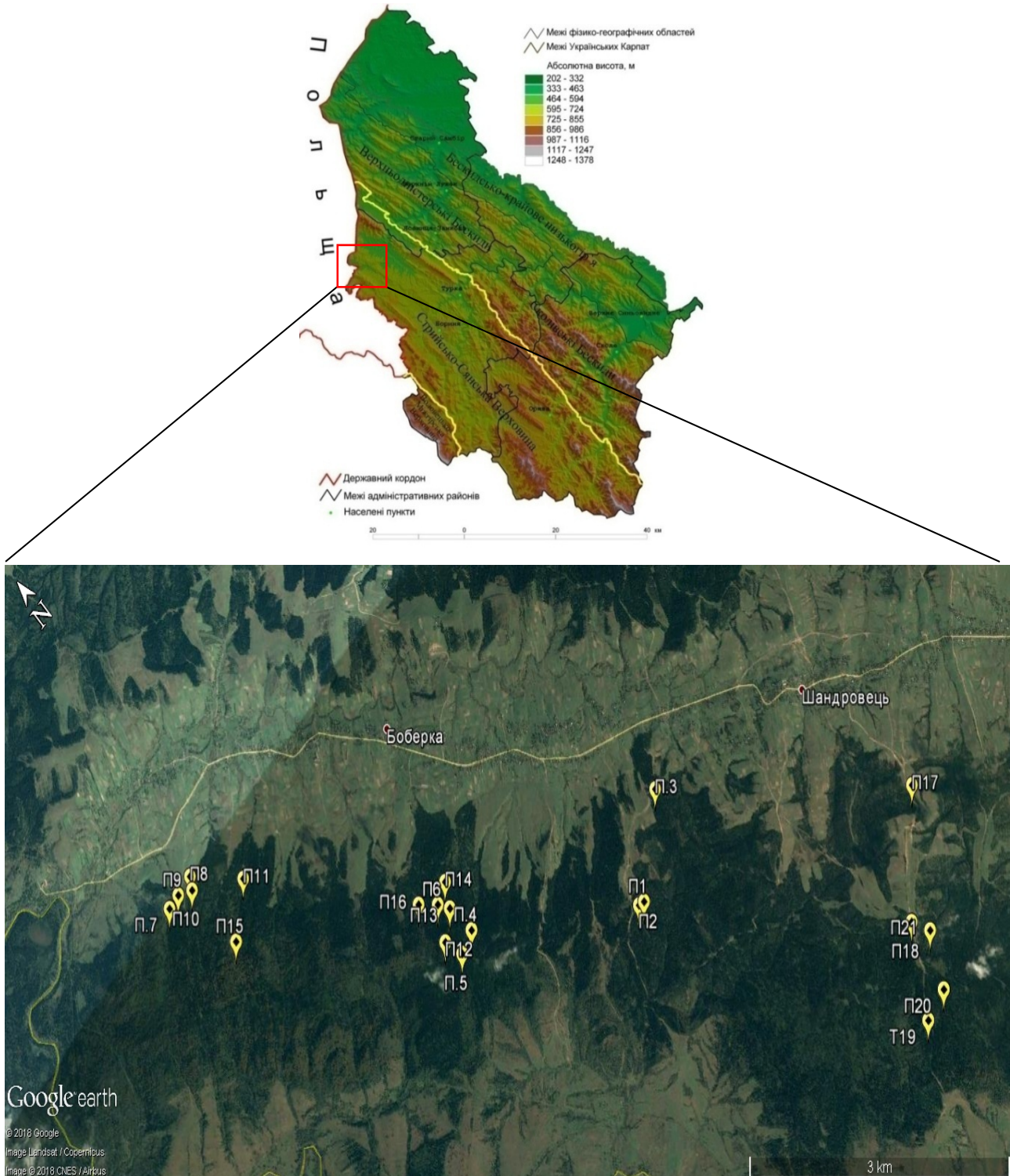


Рис. 2. Розташування дослідних ділянок на території Яблунського лісництва (Стрийсько-Сянська Верховина).

Коротка характеристика та локалізація дослідних ділянок

№ пробної площі	Квартал/виділ	Формула деревостану/повнота	Вік деревостану; років	Координати	Експозиція, крутизна схилу, висота н.р.м.
1	11/5	10Ял/0,6	40	49°10'8.20" Пн. ш. 22°48'49.60" Сх. д.	південно-західна, 5-7, 704 м.
2	11/5	8Яле2Яц/0,6	46	49°10'8.90" Пн. ш. 22°48'46.20" Сх. д.	південно-західна, 5-7, 713 м.
3	11/3	10Яц/0,8	43	49°10'27.81" Пн. ш. 22°49'32.10" Сх. д.	південно-східна 5-7, 696 м.
4	6/6	8Яц1Ял1Бк/0,6	70	49°10'50.30" Пн. ш. 22°47'27.70" Сх. д.	північно-західна, 7-10, 820 м.
5	7/12	9Яц1Яле/0,7	70	49°10'48.20" Пн. д. 22°47'16.60" Сх. д.	північно-східна, 3-5, 801 м.
6	5/9	9Яц1Бк/0,6	82	49°11'5.20" Пн. д. 22°47'21.80" Сх. ш.	північна, 10-15, 753 м.
7	1/27	8Яц2Бк/0,5	103	49°12'20.30" Пн. ш. 22°45'27.43" Сх. д.	північно-західна, 10-15, 659 м.
8	2/3	9Яле1Бк/0,6	27	49°12'21.95" Пн. ш. 22°45'45.69" Сх. д.	північна, 1-3, 639 м.
9	1/25	10Яц/0,9	30	49°12'20.87" Пн. ш. 22°45'35.17" Сх. д.	північна, 2-4, 661 м.
10	2/27	7Яц3Бк+Яв/0,8	30	49°12'18.18" Пн. ш. 22°45'42.45" Сх. д.	північно-східна, 8-13, 648 м.
11	3/1	10Яц/0,6	27	49°12'6.29" Пн. ш. 22°46'7.70" Сх. д.	північно-західна, 15-20, 648 м.
12	7/5	9Яле1Бк/0,9	40	49°10'55.22" Пн. ш. 22°47'13.14" Сх. д.	північно-східна, 0-2, 786 м.
13	5/15	5Яц4Яле 1Бк+1Яв/0,9	45	49°11'0.88" Пн. ш. 22°47'25.55" Сх. д.	південно-західна, 3-5, 793 м.
14	5/4	6Яц3См1Бк/0,7	34	49°11'8.00" Пн. ш. 22°47'32.10" Сх. д.	північно-західна, 5-10, 720 м.
15	3/12	8Бк1Яц1Яцк/0,7	73	49°11'53.59" Пн. ш. 22°45'46.25" Сх. д.	північна, 7-12, 754 м.
16	4/16	6Яц4Бк/0,8	41	49°11'10.68" Пн. ш. 22°47'13.80" Сх. д.	східна, 4-7, 726 м.
17	14/25	10Яц/0,7	23	49° 9'15.47" Пн. ш. 22°51'22.13" Сх. д.	північна, 0-1, 748 м.
18	16/15	8Яц2Яле/0,8	51	49° 8'49.95" Пн. ш. 22°50'33.18" Сх. д.	західна, 17-25, 795 м.
19	16/14	5Яц5 Яле/0,7	28	49° 8'27.27" Пн. ш. 22°50'7.34" Сх. д.	південно-західна, 4-7 773 м.
20	18/2	10Яц/0,5	20	49° 8'29.11" Пн. ш. 22°50'22.97" Сх. д.	південна, 0-3, 830 м.
21	17/26	6Яц4Яле/0,5	15	49° 8'49.90" Пн. ш. 22°50'44.63" Сх. д.	північно-східна, 5-10, 776 м.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Процес накопичення та розкладання мортмаси підстилки і грубих деревних залишків залежить від породного складу, віку, форми деревостану, зімкнутості пологів, водного режиму ґрунту живого надґрунтового покриву лісової екосистеми.

Встановлено, що загалом в лісових екосистемах досліджуваної території запаси підстилки коливаються від 4.42 (пробна площа № 1 10Яле) до 26.35 т·га<sup>-1</sup> (пробна площа № 7). Діапазон запасів органічного вуглецю в підстилці 2.05-11.04 т·га<sup>-1</sup> відповідно (таблиця 2). На досліджуваних ділянках на території лісництва середній запас лісової підстилки

становить 12.98 т·га<sup>-1</sup>, а органічного вуглецю – 6.37 т·га<sup>-1</sup>.

З'ясовано, що запаси підстилки у молодняках становлять 5.29-21.85 т·га<sup>-1</sup>, у середньовікових деревостанах 4.42-18.43 т·га<sup>-1</sup>, у той час як в пристигаючих 5.95-21.76 т·га<sup>-1</sup>, а в перестійних лісах значення запасів підстилки змінюється від 14.92 до 26.35 т·га<sup>-1</sup> (див. таблиця 2).

Запаси С<sub>орг.</sub> у молодняках коливається від 2.23 до 9.79 т·га<sup>-1</sup>, у середньовікових лісах – 2.05-8.18 т·га<sup>-1</sup>, у пристигаючих від 2.67 до 10.58 т·га<sup>-1</sup>, а в перестійних деревостанах – 6.35-11.04 т·га<sup>-1</sup> (див. таблиця 2).

Таблиця 2.

Запаси органічного вуглецю у мортмасі лісових екосистемах РЛП «Надсянський» (Яблунське)

№ ПП	Формула деревостану	Вік деревостану	Запаси підстилки; т·га <sup>-1</sup>	Запаси ГДЗ; т·га <sup>-1</sup>	Запаси С <sub>орг.у</sub> підстилки; т·га <sup>-1</sup>	Запаси С <sub>орг.</sub> грубих деревних залишків; т·га <sup>-1</sup>
Молоді ліси, вік 0-40 років						
8	9Яле1Бк	27	6.28±0.33/5.21%*	10.35	2.88±0.16/5.96%*	5.18
9	10Яц	30	18.09±1.08/6.00%	1.41	8.12±0.55/6.76%	0.71
10	7Яц3Бк+1Яв	30	17.14±0.72/4.21%	6.90	7.51±0.29/3.84%	3.45
11	10Яц	27	5.29±0.14/2.55%	2.93	2.27±0.17/7.28%	1.47
14	6Яц3См1Бк	34	13.17±1.76/13.33%	3.45	5.96±0.39/6.60%	1.73
17	10Яц	23	17.48±1.04/5.94%	1.73	7.62±0.52/6.93%	0.86
19	5Яц5Яле	28	16.75±1.06/6.35%	6.21	7.46±0.38/5.08%	3.11
20	10Яц	20	21.85±1.29/5.92%	1.73	9.97±0.48/4.94%	0.86
21	6Яц4Яле	15	13.08±1.08/8.29%	3.45	5.80±0.39/6.77%	1.73
Середньовікові ліси, вік 40-60 років						
1	10Ял	40	4.42±0.22/4.89%	3.55	2.05±0.14/6.84%	1.78
2	8Яле2Яц	46	7.56±0.28/3.70%	5.31	3.59±0.16/4.48%	2.66
3	10Яц	43	15.21±0.81/5.33%	1.73	7.01±0.60/8.62%	0.86
12	9Яле 1Бк	40	18.17±1.46/8.02%	12.32	8.10±0.68/8.34%	6.16
13	5Яц4Яле 1Бк+Яв	45	11.75±1.29/10.95%	7.59	5.33±0.60/11.24%	3.80
16	6Яц4Бк	41	18.52±0.84/4.17%	5.18	8.89±0.35/3.98%	2.59
18	8Яц2Яле	51	13.16±0.72/5.49%	17.25	5.90±0.28/4.73%	8.63
Пристигаючі ліси, вік 60-80 років						
4	8Яц1Ял1Бк	70	21.76±0.74/3.15%	3.59	10.53±0.56/5.31%	1.79
5	9Яц1Яле	70	5.95±0.29/4.83%	3.45	2.63±0.15/5.61%	1.73
15	8Бк1Яц1Яцк	73	11.35±0.87/7.64%	2.07	5.02±0.40/8.05%	1.04
Стигли і перестійні ліси, вік понад 80 років						
6	9Яц1Бк	82	14.92±0.15/1.02%	6.76	6.35±0.43/6.84%	3.38
7	8Яц2Бк	103	26.35±0.44/1.66%	6.93	11.04±0.38/3.47%	3.47

\* – відносна абсолютна похибка вимірювань у відсотках/

Встановлено, що запас грубих деревних залишків в досліджуваних екосистемах змінюється від 1.41 т·га<sup>-1</sup> (10Яц, ПП. № 9) до 17.25 т·га<sup>-1</sup> (8Яц 2Яле, ПП № 8), запас С<sub>орг.</sub> змінюються в межах від 0.71 т·га<sup>-1</sup> до 8.63 т·га<sup>-1</sup>. У молодих лісах запаси детриту коливаються від 1.41 до 10.35 т·га<sup>-1</sup>, а органічного вуглецю – від 0.71 до 5.18 т·га<sup>-1</sup>. У середньовікових деревостанах ці ж показник коливаються в межах 1.73-17.25 т·га<sup>-1</sup> для грубих деревних залишків і відповідно 0.86-8.63 т·га<sup>-1</sup> для С<sub>орг.</sub>. У пристигаючих лісах запаси деревних залишків коливаються від 2.07 до 3.59 т·га<sup>-1</sup>, а органічного вуглецю – 1.04 до 1.79 т·га<sup>-1</sup>. У стиглих і перестійних деревостанах цей показник коливається в межах 6.76-6.93 т·га<sup>-1</sup> для грубих деревних залишків, а 3.38-3.47 т·га<sup>-1</sup> для органічного вуглецю (див. таблиця 2, рис. 3).

Майже на всіх дослідних площах запаси С<sub>орг.</sub> більші у лісовій підстилці, окрім ПП 8 і ПП 18. Найбільша різниця між запасами органічного вуглецю спостерігається на дослідній ділянці № 20 – 0.86 т·га<sup>-1</sup> у деревних залишків та 10.13 т·га<sup>-1</sup> в підстилці. На

решті досліджуваних ділянок запаси органічного вуглецю або близькі за значенням (дослідні ділянки № 1, № 2, № 5, № 11-№ 13) як у підстилці так і грубих залишках або більші у 2-3 рази у лісовій підстилці (див. Рис. 3, див. Таблиця 2).

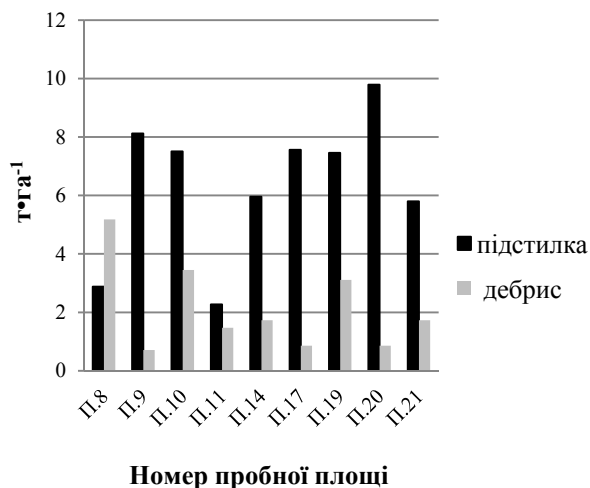
Статистична не відповідність значень запасу грубих деревних залишків на ПП 8 і ПП 18 пояснюється значним пошкодженням деревостану на пробних ділянках вітровалами, антропогенною діяльністю (незаконні рубки на дрова чи з метою продати молоді ялинки у період новорічних свят), хворобами і шкідниками лісу. Всі ці фактори сильно впливають на величину накопиченого грубого деревного детриту на даних дослідних ділянках.

Процес накопичення та розкладання мортмаси підстилки і грубих деревних залишків або детриту залежить від породного складу, віку, форми деревостану, зімкнутості пологу, водного режиму ґрунту живого надґрунтового покриву лісової екосистеми.

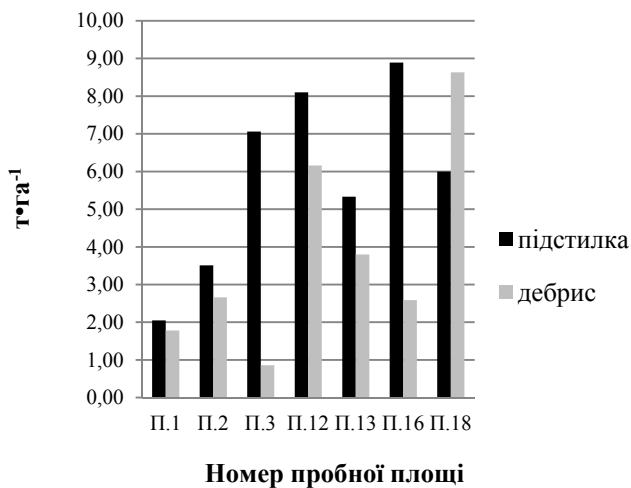
Запаси підстилки у лісових екосистемах Українських Карпат змінюються у діапазоні 10-30 т·га<sup>-1</sup>

для ялинових лісів [2, 3], проте максимальні запаси підстилки у ялинових лісах можуть досягати і  $50 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [14] та  $7-17 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  у букових лісах [3]. У хвойних лісах Стрийсько-Сянської Верховини запаси підстилки коливаються від  $10$  до  $25 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [10]. Для хвойних лісів Євразії цей показник змінюється від  $10-70 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [9]. Запаси органічного вуглецю у лісових підстилках

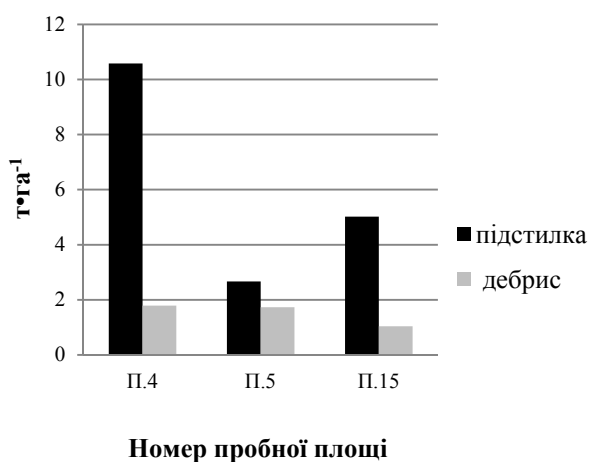
перебувають в прямій залежності від запасу підстилки. Середнє значення запасів органічного вуглецю у підстилці на території Яблунського лісництва становить  $4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [16]. Запаси органічного вуглецю у лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини змінюється від  $4.67 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  до  $9.26 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [10].



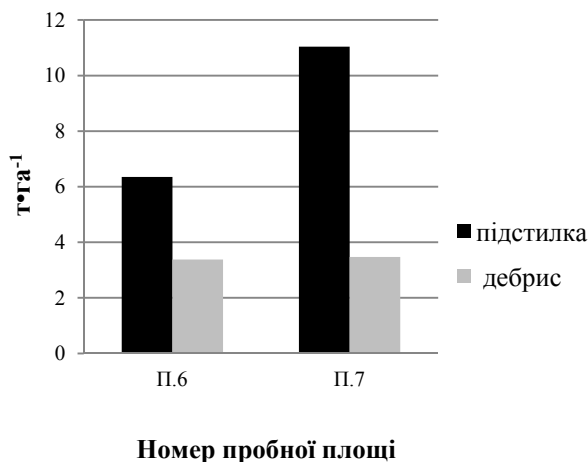
а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Запаси органічного вуглецю у підстилці і дебрису (грубих деревних залишків) у лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини (Яблунське лісництво): а) молоді ліси; б) середньовікові ліси; в) пристигаючі ліси; г) стиглі і перестійні ліси

Як було встановлено раніше, запаси  $S_{\text{орг}}$  у грубих деревних залишках у лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини змінюються від  $3,83 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  до  $23,50 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [12]. Середні запаси органічного вуглецю у стовбуровому фітодетриті у Яблунському лісництві становлять  $0,9 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [16]. Запаси органічного вуглецю у грубих деревних залишках у лісових екосистемах гірського масиву Баб'я Гора (кордон Польщі і Словаччини) коливаються в межах  $1,6-64,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  [18].

## ВИСНОВКИ

З'ясовано, що запаси підстилки у досліджуваних екосистемах коливаються від  $4,42 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  до  $26,35 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$

<sup>1</sup>. Відповідно, запаси органічного вуглецю у підстилці коливаються від  $2,05 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  до  $11,04 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ . Середні запаси підстилки на досліджуваній території становлять  $12,98 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ , а органічного вуглецю  $6,37 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ . Встановлено, що запас грубих деревних залишків в досліджуваному регіоні змінюється від  $1,41 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  до  $17,25 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ , запас  $S_{\text{орг}}$  змінюються в межах від  $0,71 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  до  $8,63 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  відповідно. Порівнюючи запаси органічного вуглецю у підстилці і грубих деревних залишках ми з'ясували, що лише на двох дослідних площах запаси  $S_{\text{орг}}$  суттєво вищі у грубих деревних залишках ніж у лісовій підстилці, а на решті пробних площ спостерігається перевищення

запасів органічного вуглецю у лісовій підстилці у 1.14-11.56 разів.

Аналізуючи отримані дані, а також результати попередніх досліджень можна стверджувати, що отримані дані загалом є релевантними для досліджуваного регіону та можуть бути використані для наповнення бази даних щодо просторового розподілу органічного вуглецю на території Стрийсько-Сянської Верховини.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів. Біоресурси і природокористування. 2014; 6(3–4): 134–145.
2. Голубець М.А., Половников Л.І. Загальні закономірності нагромадження фітомаси в смерекових Лісах. В кн.: Біологічна продуктивність смерекових лісів Карпат. Київ; 1975. С. 4–68.
3. Голубець М.А. и др. Особенности деструкционных процессов в лесных экосистемах Карпатского региона. Механизмы биотической деструкции органических веществ в почве: чтения памяти акад. В.Н. Сукачева. Москва. 1989; 7: 62–86.
4. Данилюк К.М. Флора судинних рослин Регіонального Ландшафтного Парку "Надсянський": монографія. Київ: НВП Видавництво "Наукова думка" НАН України; 2012. 119 с.
5. Лакида П.І. Фітомаса лісів України : монографія. Тернопіль: Збруч; 2002. 256 с.
6. Білоус А.М. Оцінювання депонованого вуглецю у грубому деревному детриті дубових лісів України. Науковий вісник НЛТУ України. 2017; 27 (6): 16–19.
7. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах. Под ред. И.Г. Важенина. Москва: Изд-во "Колос", 1974. 25 с.
8. Пастернак В.П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату [атореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогоспо-дарських наук]. Київ; 2011. – 47 с.
9. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара: учебн. пособие. Москва: Наука; 1965. 254 с.
10. Рожак В.П. Пули і потоки вуглецю в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини (Українські Карпати). Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. Біологія та Валеологія. Харків. 2014; 16: 85–95.
11. Рожак В.П. Особливості формування запасів мертвої деревини в лісових екосистемах Стрийсько-Сянської Верховини (Українські Карпати). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль : ТНПУ. 2014; 2 (59): 18–24.
12. Скородумов А.С. Определение толщины лесной подстилки. Лесное хозяйство: межвуз. сб. научн. тр. 1939; 12: 41–47.
13. Уткин А.И. та ін. Определение запасов углерода насаждений на пробных площадях: сравнение аллометрического и конверсионно-объемного методов. Лесоведение. 1997; 5: 51–66.
14. Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. Запасы углерода в подстилках лесов России. Лесоведение. 2007; 6: 114–121.
15. Чорнобай Ю.М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах : навч. посіб. Львів: ДПМ НАН України; 2000. 352 с.
16. Шпаківська І.М., Марискевич О.Г. Оцінка запасів органічного вуглецю в лісових екосистемах Східних Бескидів. Лісівництво і Агрорісомеліорація. Харків: УкрНДЛГА. 2009; 115: 176–180.
17. Iwashita D.K., Litton C.M., Giardina C.P. Coarse woody debris carbon storage across a mean annual temperature gradient in tropical montane wetforest. Forest Ecology and Management. 2013; 291: 336–343.
18. Merganičová K. Coarse woody debris carbon stock in natural spruce forests of Babiahora/ Journal of forest science. 2010; 56 (9): 397–405.

UDC 574.45

#### ORGANIC CARBON RESERVES IN WOOD DEBRIS OF FOREST ECOSYSTEMS OF REGIONAL LANDSCAPE PARADISE «NADSYANSKY» (UKRAINIAN CARPATHIANS).

Pyzhyk I.S., Shpakivska I.M.

*Deadwood has recently become a widely discussed issue in forestry studies. The importance of its occurrence in forest stands has been emphasized in conjunction with the functioning and productivity of forest ecosystems. Both forest litter and coarse wood debris are poorly known in Ukraine, despite the fact that it could be a large and long-term resource or stock of sequestered carbon.*

*This research has been conducted at the Natsyansky Regional Landscape Park. The study locality was represented coniferous forest dominated by *Picea bies* (L.) Karst and *Abies Mill* and deciduous species *Fagus sylvatica* L. The aim of the study was to evaluate the content of reserves and the spatial distribution of organic carbon in forest litter and coarse wood debris. I total 63 samples of forest litter and coarse woody debris were estimated on 21 study areas. The stock of deadwood was calculated on the area of 9 square metres, for each research plot. The organic matter content was measured by the method of dry combustion. Corrective factors were used to determine the organic carbon content: 0.52 for forest litter and 0.5 for coarse wood debris. To determine the stock of coarse wood debris, average density of deadwood of the fir was selected.*

*Our study demonstrated that the reserve of forest litter and organic carbon varies from 4.42 t ha<sup>-1</sup> to 26.35 t ha<sup>-1</sup>, and 2.05-11.04 t ha<sup>-1</sup>, respectively. The stocks of organic carbon of forest litter ranges for different age groups as 2.23-10.13 t ha<sup>-1</sup> (for young stands), 2.05-8.18 t ha<sup>-1</sup> (for middle age stands), 2.67-10.53 t ha<sup>-1</sup> (for immature stands) and 6.35-11.04 t ha<sup>-1</sup> (for mature stands). Our results showed a significant variability among data for organic carbon in coarse wood*

debris - from  $1.41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) to  $17.25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  and from  $0.71$  to  $8.63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  respectively. The stocks of organic in coarse wood debris were significantly different for all age groups resulting in  $0.71-5.18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (for young stands),  $0.86-8.63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (for middle age stands),  $1.04-1.79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (for immature stands) and  $3.38-3.47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (for mature stands).

To sum up, the resource of organic carbon in the forest litter is higher by 1.14-11.56 times than in coarse wood debris except for two study areas where this parameter is less. The obtained data may be used to fill the gap in database for the spatial distribution of organic carbon within Striysko-Syanskaya Verkhovyna of the Ukrainian Carpathians.

**Key words:** organic carbon, forest ecosystems, coarse wood debris, forest litter, the Ukrainian Carpathians.

Стаття надійшла 31. 05. 2018 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування