

# 1. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО



Forestry Academy of Sciences  
of Ukraine

Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/411801>

Article received 2018.03.04.

Article accepted 2018.05.31.

ISSN 1991-606X print

ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Volodymyr Voron

[voron@uriffm.org.ua](mailto:voron@uriffm.org.ua)

Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine

УДК 630\*43:630.561.243, 630\*114.351

## Запаси підстилки та живого надґрунтового вкриття як показник ризику виникнення пожеж у соснових лісах Полісся

В.П. Ворон<sup>1</sup>, О.М. Ткач<sup>2</sup>, С.Г. Сидоренко<sup>3</sup>, Є.Є. Мельник<sup>4</sup>

*Для лісового господарства України надзвичайно актуальною проблемою є боротьба з лісовими пожежами. У виникненні та розвитку пожеж ключову роль відіграє підстилка, яка є однією із основних складових лісових горючих матеріалів. Особливо це стосується соснових лісів Полісся, де нагромаджуються значні запаси підстилки. За наявності у нижніх шарах підстилки коріння сосни звичайної навіть пожежа слабкої інтенсивності з мінімальною висотою нагару може призводити до значних пошкоджень деревного виду.*

*Запас підстилки збільшується з віком і досягає максимуму у насадженнях 8-го класу віку. Найбільшу здатність до загорання має лишайникове надґрунтове вкриття та опадовий шар лісової підстилки (L), а найменшу – надґрунтове вкриття, яке формується переважно за рахунок мохів, брусниці та чорниці. Акумуляція значного запасу підстилки в сосняках Полісся вказує на потенційну можливість збільшення інтенсивності ушкодження під час лісової пожежі не тільки стовбурів дерев сосни, але й корневих систем внаслідок згорання підстилки або пошкодження корневих лап і тонких коренів у верхніх шарах ґрунту.*

*Запаси підстилки в насадженні залежать від місця збору зразків. Найбільший запас підстилки зафіксовано біля стовбура, а найменший – у міжкронному просторі. Найбільший обсяг мортмаси зафіксовано у нижньому шарі (H), а найменший – у верхньому опадовому шарі. Маса всіх шарів підстилки збільшується з віком сосняків і зменшується із віддаленням від стовбура. У подібних за віком чистих соснових лісостанах запаси підстилки більші у багатіших за трофністю умовах. Відмінність у запасах мортмаси різних за віком сосняків може досягати 300-400%.*

**Ключові слова:** низові пожежі; сосняки; лісова підстилка; параметри горіння; температура фронту горіння; інтенсивність низової пожежі.

<sup>1</sup> Ворон Володимир Пантелеймонович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-057-7078031; E-mail: 52corvus@gmail.com

<sup>2</sup> Ткач Олег Миколайович – начальник відділу лісового та мисливського господарства Рівненського обласного управління лісового та мисливського господарства, вул. Пушкіна, 26, м. Рівне, 33000, Україна. Тел.: (057)-26-74-64; E-mail: info.rivnelis@gmail.com

<sup>3</sup> Сидоренко Сергій Григорович – кандидат сільськогосподарських наук, в.о. старшого наукового співробітника лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-099-22-32-908; E-mail: serhii88sido@gmail.com

<sup>4</sup> Мельник Євген Євгенович – науковий співробітник лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна. Тел.: +38-050-58-68-307; E-mail: wudckij@bigmir.net

**Вступ.** Проблема боротьби з лісовими пожежами є надзвичайно гострою (Voron et al., 2017, Kurbatskiy, 1970, Levchenko et al., 2015, Usenya, 2002, Balabukh & Zibtsev, 2016, Zibtsev, 2010). Вирішення її можливе лише за умови успішного прогнозування виникнення та розвитку пожеж на основі пірологічних характеристик лісових горючих матеріалів (ЛГМ) (Levchenko et al, 2015). Підстилка є однією із основних складових запасів горючих матеріалів у лісі, яка відіграє ключову роль у виникненні та розвитку пожеж. Особливо важливе це положення для сосняків Полісся (Voron et al, 2017).

Згорання значних запасів підстилки може суттєво пошкодити кореневі системи і стовбури дерев, а також посилити інтенсивність відпаду у пошкоджених сосняках (Sydorenko et al, 2015). Температура горіння ЛГМ залежить від товщини, маси, вологості підстилки, а також від наявності та складу надгрунтового вкриття й запасу опаду (Levchenko et al., 2015). Загальний запас підстилки змінюється від 80 до 260 ц/га (Kurbatskiy, 1970, Molchanov, 1968). Запас її залежить від розміщення (під наметом лісу, на відкритому просторі тощо) (Leshchenko, 2013).

Температура горіння підстилки у свіжому борі в повітряно-сухому стані може досягати 295°C, а в абсолютно сухому стані – 655°C (Voron et al., 2016). Посилення повітряних потоків призводить до зростання температури й швидкості горіння підстилки (Voron et al., 2016). Тому дослідження запасів підстилки у соснових лісостанах дасть змогу визначити рівень ризику виникнення пожеж в соснових лісах Полісся.

**Об'єкти та методика дослідження.** Об'єктом дослідження була підстилка у різних типах лісорослинних умов (ТЛУ) у соснових лісах Українського Полісся. Предмет дослідження – запаси підстилки та живого надгрунтового вкриття в борах і суборах Українського Полісся.

Мета дослідження полягала у визначенні запасів підстилки та живого надгрунтового вкриття в сосняках Рівненського Полісся. Запаси підстилки та живого надгрунтового вкриття (ЖНВ) визначали у сосняках північної (Дубнівське та Мушніанське лісництва ДП «Остківське ЛГ») та південної (Мащанське ДП «Костопільське ЛГ») частин Рівненського Полісся (рис. 1).

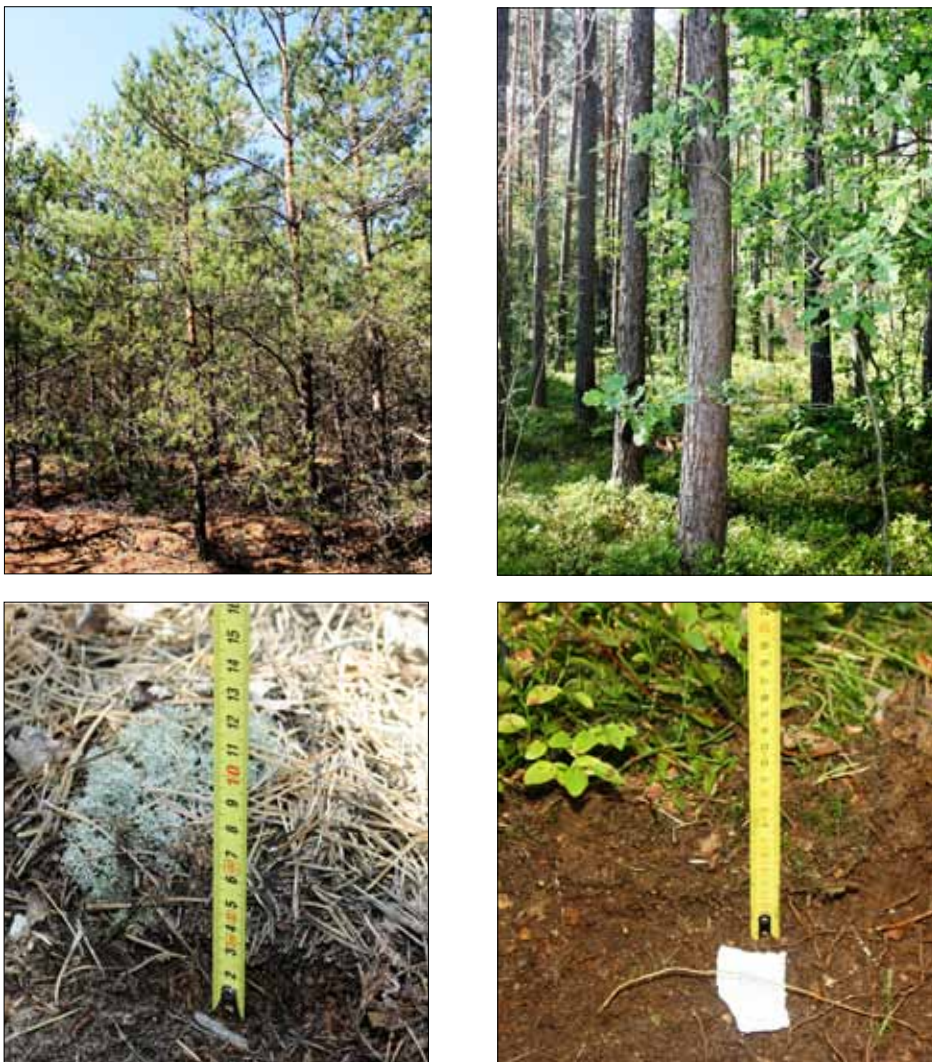


Рис. 1. Типові для Рівненського Полісся сосняки та потужність у них підстилки (ліворуч – сосновий деревостан в умовах  $A_1$ ; праворуч – в умовах  $B_3$ )

Дослідження здійснено на 12 пробних площах (ПП) у чистих соснових насадженнях, дві з яких закладено у борах, 10 – у вологому суборі, що складають віковий ряд. Для виявлення залежності запасу підстилки від розміщення в різних частинах насадження, підстилку відбирали: 1) біля стовбура дерев; 2) на межі крони; 3) у вільному між кронами просторі.

Облік підстилки на кожній ПП проводили на 10 площадках площею 1 м<sup>2</sup>. Запаси підстилки ви-

значали за загальноприйнятою методикою (Rodyn & Bazylevych, 1965). Оскільки в лісовій підстилці попередні етапи трансформації відбуваються у найвище розташованих шарах (Aleksandrova, 1980, Vogaturov, 1996, Chornobay, 2000) запаси мортмаси визначали в трьох шарах мінералізації: верхньому опадовому (L); середньому ферментативному (F) та нижньому гуміфікованому (H). Зібрану підстилку розподіляли за фракціями. Таксаційну характеристику сосняків наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Таксаційна характеристика чистих соснових насаджень, в яких визначали запаси підстилки

№ ПП	ТЛУ	Вік, років	Повнота	Бонітет	H <sub>ср</sub> , м	D <sub>ср</sub> , см	M, м <sup>3</sup> /га
Мащ-49-2	B <sub>3</sub>	18	0,7	I	5	5	16
Дуб-49-18	A <sub>1</sub>	26	0,8	II	8	9	75
Мащ-49-5	B <sub>3</sub>	28	0,8	I	10	10	88
Муш-54-38	B <sub>3</sub>	35	0,8	I <sup>b</sup>	16	18	230
Мащ-66-7	B <sub>3</sub>	38	0,8	I	13	14	180
Муш-52-49	B <sub>3</sub>	49	0,8	I <sup>a</sup>	20	20	320
Дуб-59-13	A <sub>3</sub>	58	0,8	II	15	16	210
Муш-54-16	B <sub>3</sub>	61	0,7	Ia	23	25	320
Муш-52-46	B <sub>3</sub>	66	0,7	I	21	26	310
Мащ-48-5	B <sub>3</sub>	71	0,8	Ia	25	26	410
Мащ-40-19	B <sub>3</sub>	80	0,7	I	26	33	380
Муш-50-2	B <sub>3</sub>	86	0,7	Ia	30	38	430

Примітка: Мащ – Мащанське л-во, Дуб – Дубенське л-во, Муш – Мушніанське л-во

**Результати та обговорення.** У соснових лісостанах Рівненського Полісся нагромаджується значний обсяг підстилки. Товщина підстилки змінюється від 5,1 до 16,8 см, збільшуючись з віком насадження (r=0,6; p=0,05). Так, у віці 15-20 років її середня товщина становила 6,2 см, а у віці 80 років – 11,5 см (рис. 2).

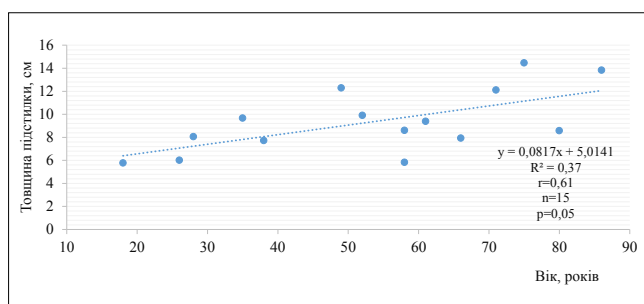


Рис. 2. Зміна потужності шару підстилки з віком у соснових лісостанах Рівненського Полісся

Потужність підстилки у межах лісостану нерівномірна та залежить від локації збору. Так, біля стовбура та під кроною товщина підстилки змінювалася у межах 5,4-16,8 см, а в міжкроновому просторі – від 5,1 до 11,5 см (табл. 2).

Отже, у соснових насадженнях Рівненського Полісся нагромаджується значний обсяг підстилки, запас якої змінюється в межах 124-830 ц/га, що

значно перевищує обсяги, які відзначені окремими авторами (Kurbatskiy, 1970, Molchanov, 1968).

Середній запас підстилки в сосняках різних вікових груп в умовах B<sub>3</sub> майже не відрізняється до віку 20-30 років. Тенденція щодо зростання запасу підстилки із збільшенням віку лісостанів в обох досліджуваних підприємствах є подібною (рис. 3). В 50-річному сосняку в умовах B<sub>3</sub> маса лісової підстилки у північній частині Полісся (ДП «Остківське ЛГ») достовірно більша, ніж у південній (ДП «Костопільське ЛГ») (F<sub>r</sub> = 86,9, F<sub>t</sub> = 4,5 при p = 0,01).

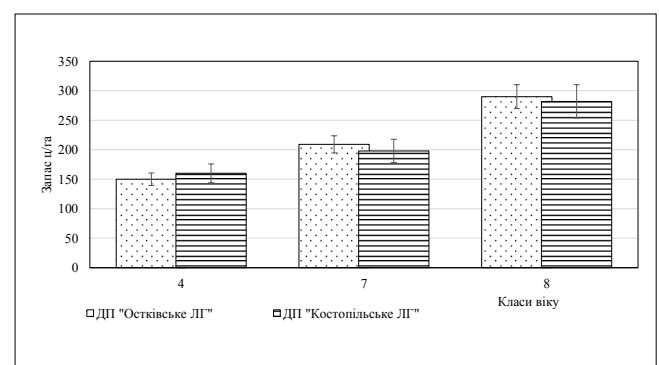


Рис. 3. Запаси підстилки в соснових лісостанах різного класу віку північної (ДП «Остківське ЛГ») та південної (ДП «Костопільське ЛГ») частини Рівненського Полісся

Таблиця 2

**Товщина підстилки у соснових лісостанах Рівненського Полісся, ц/га**

№ ПП	ТЛУ	Вік, років	Товщина, см		
			біля стовбура	під кроною	у міжкроновому просторі
Мащ-49-2	B <sub>3</sub>	18	6,2	6,1	5,1
Дуб-49-18	A <sub>1</sub>	26	5,6	5,4	7
Мащ-49-5	B <sub>3</sub>	28	11,1	7,2	5,9
Муш-54-38	B <sub>3</sub>	35	10,5	11,6	6,9
Мащ-66-7	B <sub>3</sub>	38	8,4	8,7	6,1
Муш-52-49	B <sub>3</sub>	49	11,3	13,7	11,9
Дуб-59-13	A <sub>3</sub>	58	7,9	6,5	11,5
Муш-54-16	B <sub>3</sub>	61	11,7	7,7	8,8
Мащ-48-5	B <sub>3</sub>	66	7,8	8,6	7,5
Муш-52-46	B <sub>3</sub>	71	11,3	13,3	11,7
Мащ-40-19	B <sub>3</sub>	80	8,9	9	7,8
Муш-50-2	B <sub>3</sub>	86	13,8	16,8	10,8
Дуб-56-28	B3	52	8,7	9,5	11,5
Мащ-40-20	B3	58	6,2	6,2	5,2

У соснових насадженнях, подібних за гігروتопом, у багатших типах лісорослинних умов нагромаджуються більші запаси підстилки. Так, у 60-річних сосняках у борових типах лісорослинних умов запас підстилки становить лише 355 ц/га, а в суборевих – 703 ц/га. В умовах сугрудю запас мортмаси є значно меншим, що свідчить про інтенсивніший процес розкладання підстилки (рис. 4).

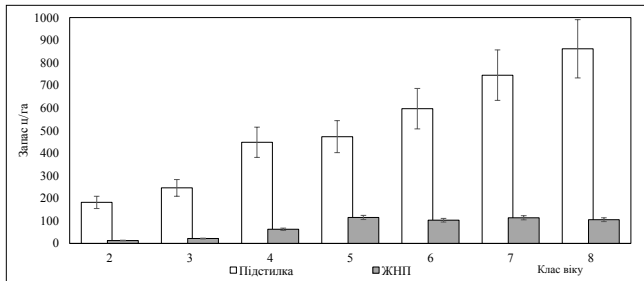


Рис. 4. Запас підстилки в соснових насадженнях вологого субору, ц/га

Виявлено тенденцію до збільшення запасу підстилки з віком (сильний прямий кореляційний зв'язок між віком насадження та середнім запасом лісової підстилки в ньому,  $r = 0,87$   $p = 0,05$ ). Найменший запас мортмаси встановлено у віці 20-30 років (124-246 ц/га), а в 40 років він вже в 2,3-2,6 рази більший. Максимальну масу підстилки відзначено у 80-річних сосняках – 830 ц/га (рис. 5).

Оскільки запас підстилки зростає з віком, можна стверджувати, що загроза сильного пошкодження дерев сосни після пожежі має таку ж тенденцію.

Поряд з фітодетритом (хвоєю, гілками, шишками), що надходить на земну поверхню з деревостану, суттєве значення для формування підстилки, а також оцінювання ЛГМ має живе надґрунтове вкриття. У сухих гігروتопах запас ЖНВ є незначним і формується за рахунок лишайників та злакової рослинності. У вологих борах надґрунтове

вкриття формується за рахунок мохів, а у вологих суборах – за рахунок мохів, чорниці та брусниці. Запас ЖНВ змінюється в межах 13-114 ц/га.

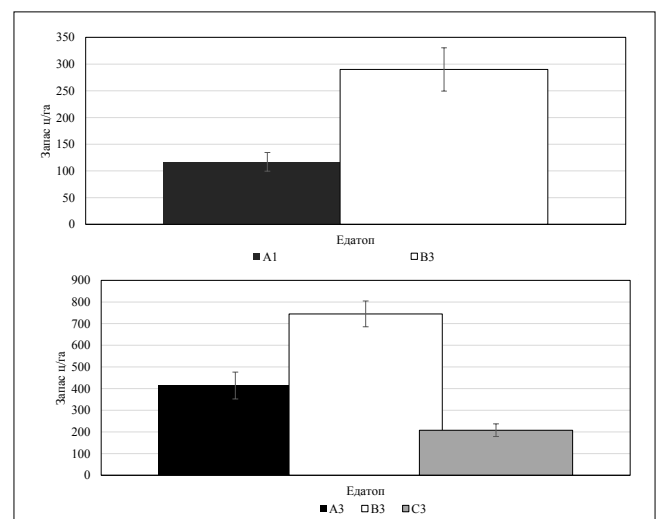


Рис. 5. Запас підстилки та ЖНВ у соснових лісостанах в умовах B<sub>3</sub> залежно від віку, ц/га

З погляду ризику виникнення пожежі лишайникове надґрунтове вкриття представляє найбільшу небезпеку, оскільки швидко висихає і швидко займається. Рослини ЖНВ в умовах B<sub>3</sub> мають значно меншу здатність до загорання. В той же час за посушливих погодних умов, коли рослини висихають до повітряно-сухого або навіть абсолютно сухого стану, значний їхній обсяг буде становити надзвичайну пожежну загрозу.

Якщо порівнювати запас підстилки у різних частинах лісостану, то найбільшим він є біля стовбура, а найменшим – у між кроновому просторі, де опад з дерев є мінімальним (табл. 3). Відмінність у запасах лісової підстилки між ними може сягати 150-200% ( $F_f = 43,65$ ,  $F_t = 3,40$  при  $p = 0,01$ ).

Від запасу підстилки біля стовбура дерева залежить ступінь пошкодження стовбура і кореневих лап низовою пожежею (Sydorenko et al., 2015) внаслідок теплопровідності ґрунту та тепловипромінювання (Kosov, 2006). До того ж у поліських со-

сняках вологих і мокрих гігروتопів формуються кореневі лапи, пошкодження яких пожежею призводить до швидкого всихання та наступного вітровалу (Voron et al., 2017).

Таблиця 3

**Запас підстилки та живого надґрунтового вкриття у соснових лісостанах, ц/га**

№ ПП	ТЛУ	Клас віку	Запас підстилки			Запас ЖНП		
			біля стовбура	на межі крони	у міжкроновому просторі	біля стовбура	на межі крони	у міжкроновому просторі
Мащ-49-2	B <sub>3</sub>	2	209	240	97	4	8	26
Дуб-49-18	A <sub>1</sub>	3	125	127	121	2	0	0
Мащ-49-5	B <sub>3</sub>	3	318	246	175	18	18	29
Муш-54-38	B <sub>3</sub>	4	462	550	393	63	60	68
Мащ-66-7	B <sub>3</sub>	4	494	452	430	21	17	47
Муш-52-49	B <sub>3</sub>	5	625	565	520	103	111	130
Дуб-59-13	A <sub>3</sub>	6	557	322	185	127	102	37
Муш-54-16	B <sub>3</sub>	6	803	720	585	98	66	146
Муш-52-46	B <sub>3</sub>	7	816	701	486	95	107	140
Мащ-48-5	B <sub>3</sub>	7	758	660	402	50	64	59
Мащ-40-19	B <sub>3</sub>	8	980	825	699	30	30	81
Муш-50-2	B <sub>3</sub>	9	610	1043	839	92	88	133

У 20-30-річних насадженнях (табл. 4) запас гуміфікованого шару підстилки (Н) незначний і формується переважно біля стовбура, зменшуючись з віддаленням від дерева. У міжкроновому просторі його запаси незначні або взагалі відсутні. Так, в ДП

«Костопільське ЛГ» у віці 20 років в умовах B<sub>3</sub> маса гуміфікованого шару біля стовбура дерева становила 79 ц/га, на межі крони його маса зменшилась до 47 ц/га, а в просторі між кронами шар (Н) взагалі був відсутнім.

Таблиця 4

**Запас різних шарів підстилки в соснових насадженнях Полісся, ц/га**

№ ПП	ТЛУ	Клас віку	Шар підстилки	Біля стовбура дерев	На межі крони	У міжкроновому просторі	Середнє
Мащ-49-2	B <sub>3</sub>	2	L	79	53	32	55
			F	122	58	47	76
			H	79	47	0	42
Дуб-49-18	A <sub>1</sub>	3	L	33	22	10	21
			F	55	39	24	39
			H	86	43	38	56
Мащ-49-5	B <sub>3</sub>	3	L	143	143	74	120
			F	214	157	140	170
			H	0	0	0	0
Муш-54-38	B <sub>3</sub>	4	L	144	103	90	112
			F	160	132	101	131
			H	283	203	129	205
Мащ-66-7	B <sub>3</sub>	4	L	164	125	96	128
			F	171	159	123	151
			H	256	177	149	194
Муш-52-49	B <sub>3</sub>	5	L	34	25	16	25
			F	178	174	165	172
			H	293	189	137	207
Дуб-59-13	A <sub>2</sub>	6	L	87	46	15	49
			F	192	101	27	107
			H	435	212	130	259

№ ПП	ТЛУ	Клас віку	Шар підстилки	Біля стовбура дерев	На межі крони	У міжкроновому просторі	Середнє
Муш-54-16	$B_3$	6	L	87	87	52	75
			F	414	275	227	305
			H	465	355	273	365
Муш-52-46	$B_3$	7	L	181	123	55	119
			F	214	153	142	170
			H	438	320	242	333
Мащ-48-5	$B_3$	7	L	96	40	0	45
			F	157	127	90	125
			H	505	475	301	427
Мащ-40-19	$B_3$	8	L	129	103	89	107
			F	227	191	144	187
			H	708	486	467	554
Муш-50-2	$B_3$	8	L	165	93	83	114
			F	349	311	127	262
			H	610	469	380	486

Для соснового насадження третього класу віку в умовах  $B_3$  не виявлено чіткого розмежування ферментативного та гуміфікованого шарів, тому останній не виділяли, адже він був на стадії формування. Зі збільшенням віку запаси мортмаси шару (H) збільшувалися. Так, у сосняках 7-го та 8-го класів віку її маса біля стовбура змінювалася у межах 505-708, на межі крони – 320-486, а в між кроновому просторі – 242-467 ц/га.

**Висновки.** Однією із основних складових запасів лісових горючих матеріалів є підстилка, яка відіграє ключову роль у виникненні та розвитку пожеж. Особливо важливий цей аспект для соснових лісів Полісся, де нагромаджуються значні запаси підстилки (від 124 до 830 ц/га).

Запаси підстилки в соснових лісостанах відрізняються в подібних за віком, але різних за гігротопом і трофністю умовах. У 20-річному сосновому насадженні в умовах  $B_3$  маса підстилки у 2,5 рази більша, ніж в умовах  $A_1$ . У 60-річних сосняках борових типів лісорослинних умов запас підстилки в 1,7 рази менший, ніж у суборах.

Найбільший запас підстилки акумулюється біля стовбура, а найменший – у міжкроновому просторі.

Найменший обсяг мортмаси (від 25 до 128 ц/га) зафіксовано у верхньому опадовому шарі. Другий за величиною мортмаси – середній шар (F) (від 105 до 262 ц/га). Найбільший обсяг мортмаси виявлено у нижньому шарі (H) – від 205 до 554 ц/га.

Маса всіх шарів підстилки збільшується із зростанням віку сосняків і зменшується в міру віддалення від стовбура. Відмінність у запасах мортмаси різних за віком сосняків може досягати 300-400%.

### Бібліографічні посилання

Aleksandrova, L. N. (1980). *Organic matter and processes of its transformation*. Leningrad: Nauka (in Russian).

Balabukh, V. O., & Zibtsev, S. V. (2016). Impact of climate change on quantity and area of forest fires in the northern part of the Black Sea region of Ukraine. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 18, 60-72 (in Ukrainian).

Bogatyryov, L. G. (1996). The formation of forest litter is one of the most important processes in forest ecosystems. *Soil Science*, 4, 501-511 (in Russian).

Chornobay, Yu. M. (2000). *Transformation of plant detritus in natural ecosystems*. Lviv: State Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine (in Ukrainian).

Kosov, Y. V. (2006). *The resistance of coniferous species against forest fires*: (Doctoral dissertation, Siberian State aerospace University, Krasnoyarsk, Russian (in Russian).

Kurbatskiy, N. P. (1970). Investigation of the quantity and properties of forest fuel. In: *Issues of forest pyrology* (pp. 5-58). Krasnoyarsk: Institute of Forest of the Siberian Division of the Russian Academy of Sciences (in Russian).

Leshchenko, V. O. (2013). *Features of development of anthropogenic disturbed pine forests in the south-east of the Left Bank Forest-Steppe*. (Doctoral dissertation, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Kharkiv, Ukraine (in Ukrainian).

Levchenko, V. V., Borsuk, O. A. & Borsuk, A. A. (2015). *Forest fire fuels*. Kiev: NULES of Ukraine (in Russian).

Molchanov, A. A. (1968). *Forest and environment*. Moscow: Science (in Russian).

Rodin, L. E., & Bazilevich, N. I. (1965). *Dynamics of organic matter and biological cycling in the main types of vegetation*. Moscow: Science (in Russian).

Sydorenko, S. H., Voron, V. P., Melnyk, Ye. Ye., & Sydorenko, A. H. (2015). Peculiarities of the mature pine stands formation after surface fires. *Forestry and Forest Melioration*, 127, 169-176 (in Ukrainian).

- Usenya, V. V. (2002). *Forest fires: the consequences and the control*. Gomel: Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (in Russian).
- Volokitina, A. V., & Sofronov, M. A. (1996). Classification of vegetable forest fuel. *Forestry*, 3, 38-44 (in Russian).
- Voron, V. P., Borysenko, V. H., Tkach, O. M., Muntian, V. K., & Barabash, I. O. (2016). Burning parameters of litter from Ukrainian Polissya pine forests. *Forestry and Forest Melioration*, 129, 130-138 (in Ukrainian).
- Voron, V. P., Tkach, O. M., Sydorenko, S. H. (2017). Features of pyrogene damage of pine forests of woodlands in droughty year. *Collection of scientific papers of Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus: Problems of forest science and forestry*, 77, 413-424 (in Russian).
- Zibtsev, S. (2010). Ukraine forest fire report 2010. *International Forest Fire News (IFFN)*, 40, 61-75.

### **Запасы подстилки и живого напочвенного покрова как показатель риска возникновения пожаров в сосновых лесах Полесья**

В. П. Ворон<sup>1</sup>, О. Н. Ткач<sup>2</sup>, С. Г. Сидоренко<sup>3</sup>,  
Е. Е. Мельник<sup>4</sup>

Для лесного хозяйства Украины борьба с лесными пожарами является чрезвычайно актуальной проблемой. Решение ее возможно лишь при условии успешного прогнозирования возникновения и развития пожаров на основе информации о пирологических характеристиках лесных горючих материалов. При наличии в нижних слоях подстилки корней сосны лесной пожар даже слабой интенсивности с

минимальной высотой нагара может стать причиной значительного повреждения деревьев сосны.

В сосновых насаждениях Ровенского Полесья накапливается значительный объем подстилки. Ее запас колеблется в пределах от 117 до 862 ц/га, что значительно превышает объемы, указанные отдельными авторами. Средний запас подстилки в сосняках для разных возрастных групп в условиях влажной субори почти не отличается до возраста 20-30 лет. При анализе запаса подстилки в сосновых насаждениях, однородных по гигротопу, но отличающихся по трофности почвы установлено, что в богатых условиях местопроизрастания накапливаются значительные запасы подстилки. Так, в 60-летних сосняках, произрастающих в борах, запас подстилки составляет 414, а в субориях – 715 ц/га. Запас подстилки с возрастом увеличивается и достигает максимума в 8-ом классе возраста. Наименьший он в возрасте 20-30 лет (159-211 ц/га). В 40 лет запас уже достигает 404-448 ц/га, являясь в 2,3-2,6 раза большим. Максимальная масса лесной подстилки отмечена в 80-летних сосняках – 848-862 ц/га. Выявлена тенденция к увеличению запаса подстилки с возрастом ( $r = 0,87, p = 0,05$ ). Наибольший запас подстилки аккумулируется у ствола дерева, наименьший – в свободном пространстве между кронами, где объем опада с деревьев минимален. Запас подстилки на границе кроны занимает промежуточную позицию. Разница запасов подстилки между кронами и под стволом может достигать 150-200%. ( $F_f = 43,65, F_t = 3,40$  при  $p = 0,01$ ).

В сухих гигротопях запас живого напочвенного покрова (ЖНП) является незначительным, формируется за счет лишайников и злаковой растительности. Во влажных борах напочвенный покров формируется за счет мхов, а во влажных субориях – за счет мхов, черники и брусники. Запас ЖНП колеблется от 13 до 114 ц/га. Растения ЖНП во влажной субори имеют значительно меньшую способность к возгоранию. В то же время при засушливых погодных условиях, когда растения высыхают до воздушно-сухого или даже абсолютно сухого состояния, значительный их объем будет составлять чрезвычайную пожарную угрозу.

Аккумуляция значительного запаса подстилки в сосняках Полесья указывает на возможность увеличения интенсивности повреждения во время лесного пожара не только стволов деревьев сосны, но и корневых систем в результате сгорания подстилки или повреждения корневых лап и тонких корней в верхних слоях почвы.

Объемы подстилки в насаждении зависят от места сбора образцов. Наибольшие запасы подстилки зафиксированы в непосредственной близости к стволу дерева, наименьшие – в межкромновом пространстве. Выявлено, что слой гумификации ( $H$ ) имеет значительный больший запас, чем ферментативный ( $F$ ) и слой лесного опада ( $L$ ).

**Ключевые слова:** низовые пожары; сосняки; лесная подстилка; параметры горения; температура фронта горения; скорость фронта горения.

<sup>1</sup> Ворон Владимир Пантелеймонович – член-корреспондент Лесоводческой академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией экологии леса Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-057-7078031; E-mail: 52corvus@gmail.com

<sup>2</sup> Ткач Олег Николаевич – начальник отдела лесного и охотничьего хозяйства Ровенского областного управления лесного и охотничьего хозяйства, ул. Пушкина, 26, г. Ровно 33000, Украина. Тел.: 26-74-64; E-mail: info.rivnelis@gmail.com

<sup>3</sup> Сидоренко Сергей Григорьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. старшего научного сотрудника лаборатории экологии леса Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-099-22-32-908; E-mail: serhii88sido@gmail.com

<sup>4</sup> Мельник Евгений Евгеньевич – научный сотрудник лаборатории экологии леса Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38-050-58-68-307; E-mail: wudckij@bigmir.net

## Stock of forest litter and ground vegetation as an indicator of fire risk in the pine forests of Polissya

V. Voron<sup>1</sup>, O. Tkach<sup>2</sup>, S. Sydorenko<sup>3</sup>, Ye. Melnyk<sup>4</sup>

The actual problem for forestry in Ukraine is the forest protection from fires and minimization of losses caused by them. Solving these problems is possible only with the accurate prediction of the forest fires occurrence and spreading as well as post-fire growth of the damaged stands. Therefore, information about the fire properties of forest fuels is still relevant.

A considerable amount of forest litter is accumulated in the pine stands of Polissya in Rivne region. Forest litter stock ranges from 11.7 to 86.2 tons per ha. It is significantly higher than the litter stock estimated by other researchers. In pine forests of different ages under site conditions of B<sub>3</sub> (the soil moisture class: “moist”, the soil nutrient status: “fairly poor”), the average litter stock is almost the same for the pine stands aging up to 18-30 years. The forest litter stock was found to increase with the age of stands (for the pine stands at the age from 30 to 86 years). The tendency was similar

for the pine stands of both study areas (Northern and Southern Rivne Polissya).

Based on the analysis of the litter stock in pine stands that were homogeneous in the soil moisture class, but different in the soil nutrient status it was found that pine trees can accumulate larger stock of litter in the richer soil conditions.

In the 60-year-old pine stands, the litter stock was 41.4 tons per ha in the “poor” site conditions and 71.5 tons per ha in “fairly poor” conditions. It has been established that the stock of litter raises with increasing of pine stand age. The lowest stock was recorded at the age of 20-30 years (15.9-21.1 tons per ha); at the age of 40, the litter stock increases up to 40.4-44.8 tons per ha. The maximum weight of the litter was noted in 80-year-old pine stands (84.8-86.2 tons per ha). A trend towards an increasing the litter stock with the age was founded ( $r = 0.87$   $p = 0.05$ ).

It was revealed that the largest litter stock is accumulated near the tree trunk, and the smallest one in the free space between crowns of trees, where the tree waste is minimal. The stock of litter on the crown margin occupies a middle position. The difference in stock between the crowns and under the tree trunk can reach 150–200%. ( $F_f = 43.65$ ;  $F_t = 3.40$ ;  $p = 0.01$ ).

The litter stock depends on the age of pine stands and reaches a maximum in the age of 81-90 years. The accumulation of a considerable amount of litter in the Polissya pine forests indicates the possibility of fire damage intensity raising. The damage increasing during the forest fire becomes significant not only for the trunks of pine trees but also for root systems. This can be a result of the total litter layer combustion and damage of first order roots and fine roots in the upper layers of the soil. The volumes of litter in the sample plots depend on the location of the sampling. The largest reserves of the litter were found close to the trunks of trees, and the smallest ones in the space between crowns. It has been established that the humus layer (*H*) has a significantly higher litter stock than the fragmented humus (*F*) and the litter (*L*) layers.

**Key words:** surface fires; pine forests; forest litter; combustion parameters; combustion front temperature; combustion front speed.

<sup>1</sup> Volodymyr Voron – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Ph.D. in Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of the Forest Ecology Laboratory of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-057-7078031; E-mail: 52corvus@gmail.com

<sup>2</sup> Oleh Tkach – Head of Forestry and Hunting Department of Rivne Region Department of Forestry and Hunting, st. Pushkin, 26, Rivne, 33000, Ukraine.

<sup>3</sup> Serhii Sydorenko – Ph.D. in Agricultural Sciences, Acting Senior Researcher of the Forest Ecology Laboratory of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-099- 22-32-908; E-mail: serhii88sido@gmail.com

<sup>4</sup> Yevhen Melnyk – Researcher. Forest Ecology Laboratory, the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest melioration, Pushkinska st., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38-050-58-68-307; E-mail: wudckij@bigmir.net