

УДК 630.43 : 630.561.243 : 630.114.351

В. П. ВОРОН¹, С. Г. СИДОРЕНКО¹, О. М. ТКАЧ^{2*}

СТРУКТУРА ПІДСТИЛКИ ЯК ПОКАЗНИК ПОТЕНЦІЙНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ В СОСНОВИХ ЛІСАХ ПОЛІССЯ

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
2. Рівненське обласне управління лісового і мисливського господарства

У соснових лісостанах північної та південної частин Рівненського Полісся поряд із визначенням запасів вивчали вологість та щільність (об'ємну масу) підстилки. Виявлено, що у міру зростання віку соснових насаджень збільшуються як запаси, так і щільність підстилки. У разі збільшення запасів підстилки зростають тривалість і максимальна температура горіння; збільшення щільності, навпаки, вповільнює швидкість горіння або унеможливує його. Встановлено, що щільність підстилки зростає углиб профілю зі збільшенням частки безструктурної мортмаси. Таким чином коли структура підстилки стає менш пористою, зменшується доступ повітря і збільшується тривалість горіння

К л ю ч о в і с л о в а : низові пожежі, лісова підстилка, шари мінералізації, вологість підстилки, об'ємна маса підстилки.

Вступ. Проблема лісових пожеж є надзвичайно актуальною як для України, так і для світу (Kurbatskiy 1970, Usenya 2002, Levchenko et al. 2015, Balabukh & Zibtsev 2016, Voron et al. 2017). Успішне прогнозування виникнення та розвитку пожеж можливе лише за умови чіткої оцінки структури підстилки як однієї з основних складових лісових горючих матеріалів (ЛГМ) (Levchenko et al. 2015). Температура горіння лісової підстилки залежить від її товщини, маси, вологості (Levchenko et al. 2015). Дослідження характеристик, властивостей та особливостей формування лісової підстилки дасть можливість прогнозувати здатність її до займання. Так, у разі визначення здатності підстилки до займання з використанням моделювання енергетичних і водних бюджетів підстилки, кількості перехоплених опадів і особливостей повітряного простору підстилки та її щільності вдалося розробити модель, яка прогнозує загоряння підстилки з точністю 80–90 % (Matthews et al. 2007).

Температура горіння підстилки зі свіжого бору в повітряно-сухому стані може досягати 295°C, а в абсолютно сухому – 655°C (Voron et al. 2016). Посилення повітряних потоків призводить до зростання температури й швидкості горіння підстилки (Voron et al. 2016). У той же час, хоча температура горіння підстилки соснових насаджень у суборевих умовах є вищою, ніж у борових, швидкість розповсюдження фронту горіння в них внаслідок більшої щільності паливного матеріалу є нижчою. Тобто поряд із запасом підстилки для визначення пожежних ризиків для соснових насаджень важливою є також структура підстилки.

Мета дослідження – визначити особливості структури лісової підстилки та її вплив на поширення пожежі.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження була підстилка в соснових лісах Українського Полісся, що ростуть у різних типах умов місцезростання (ТУМ). Запаси підстилки визначали у не пошкоджених пожежею сосняках Рівненського Полісся (ДП «Остківське ЛГ» та «Костопільське ЛГ» Рівненського ОУЛГМГ).

Загалом, дослідження проведено на 11 пробних площах (ПП) у чистих соснових насадженнях, що складають віковий ряд. Для того, щоб отримати адекватну оцінку запасу підстилки у насадженні, було проведено відбори зразків у різних частинах насадження: 1) біля стовбура дерев; 2) на межі крони; 3) у вільному між кронами просторі – по 3 площадки на 1 м² для кожного варіанту (Voron et al. 2009), тобто по 9 площадок на кожній ПП.

Запаси підстилки визначали за фракціями за методикою Родіна (Rodin & Bazilevich 1965) у трьох шарах мінералізації: верхньому опадовому L; середньому ферментативному F та нижньому гуміфікованому H у трьох шарах мінералізації (Chornobay 2000). Об'ємну масу

* © В. П. Ворон, С. Г. Сидоренко, О. М. Ткач, 2018

(щільність) визначали за методикою Курбатьського (Kurbatskiy 1970) як відношення запасу підстилки до товщини шару (потужності підстилки). Хід процесів розкладу оцінювали за коефіцієнтом накопичення K , який, згідно з Ю. М. Чернобаєм (Chornobay 2000), є відношенням маси нижчого шару мінералізації до маси розташованих вище шарів.

Результати та обговорення. У соснових насадженнях Рівненського Полісся (табл. 1) накопичується від 117 до 862 ц·га⁻¹ підстилки (Voron et al. 2016), що значно перевищує обсяги (від 80 до 260 ц·га⁻¹), відзначені окремими авторами (Molchanov 1968, Kurbatskiy 1970) (рис.1).



Рис. 1 – Потужність і щільність лісової підстилки в сосняках Рівненського Полісся. Ліворуч – сосновий лісостан II класу віку, праворуч – IX класу віку

Таблиця 1

Запас, товщина підстилки та характеристика чистих соснових лісостанів Рівненського Полісся

Код ПП*	Вік, років	$H_{ср}$, м	$D_{ср}$, см	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Товщина, см	Запас підстилки, ц га ⁻¹
Мащ-49-2	18	5	5	16	5,8	182
Мащ-49-5	28	10	10	88	8,1	246
Муш-54-38	35	16	18	230	9,7	468
Мащ-66-7	38	13	14	180	7,7	459
Дуб-56-28	47	16	17	239	5,8	347
Муш-52-49	49	20	20	320	12,3	570
Муш-54-16	61	23	25	320	9,4	703
Мащ-40-20	66	21	26	310	7,9	667
Муш-52-46	71	25	26	410	12,1	607
Мащ-48-5	80	26	33	380	8,6	835
Мащ-40-19	86	30	38	430	13,8	830

*Мащ – Мащанське л-во, Дуб – Дубнівське л-во, Муш – Мушнянське л-во.

Запас підстилки збільшувався з віком насадження. Між віком та середнім запасом лісової підстилки встановлено сильну достовірну пряму кореляційну залежність ($r = 0,87$, $p = 0,05$). Оскільки запас підстилки збільшується з віком, можна стверджувати, що загроза сильного пошкодження дерев сосни після пожежі має таку ж тенденцію.

Запас підстилки залежав від розміщення в насадженні (під наметом лісу, на відкритому просторі тощо) (Voron et al. 2009). Він зменшувався із віддаленням від стовбура. Так, у 70–80 річних сосняках маса мортмаси біля стовбура у шарі Н коливалася у межах 438–708 ц·га⁻¹, на межі крони – 320–486 ц·га⁻¹, а у просторі між кронами – 242–467 ц·га⁻¹ (рис. 2).

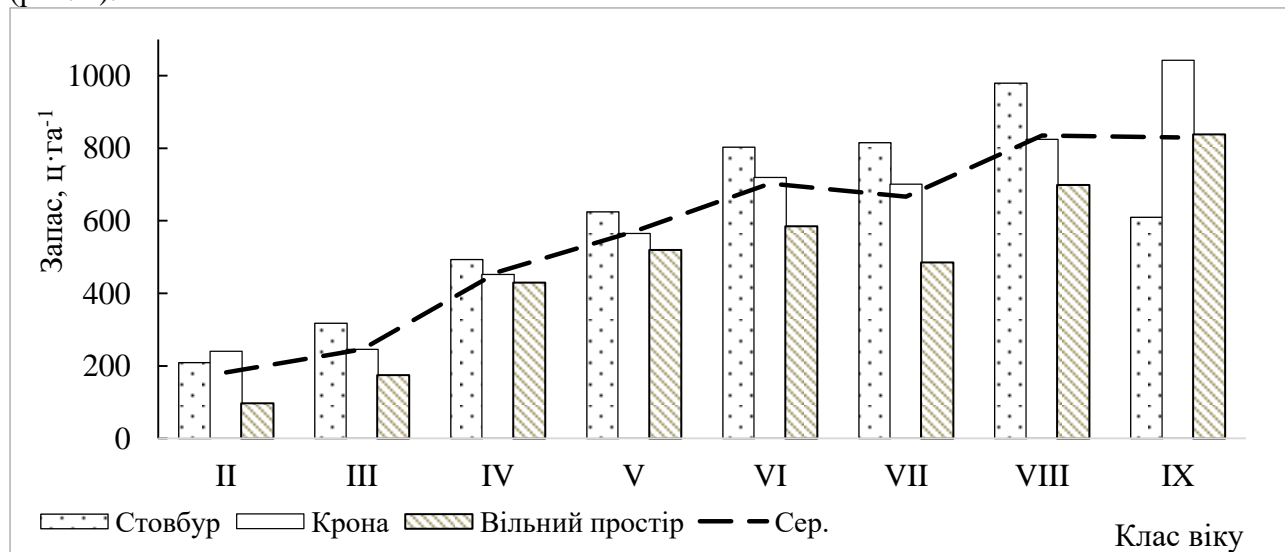


Рис. 2 – Зміна запасу лісової підстилки з віком залежно від локації збору в насадженні в сосняках Рівненського Полісся

Вважають, що товщина підстилки є найпростішим у визначенні параметром і зручним індикатором порушень біологічного кругообігу в лісових екосистемах (Vorobeichik et al. 1994). Товщина підстилки у досліджуваних сосняків коливалася в значному інтервалі, від 5 до 17 см.

Регресійним аналізом встановлено (рис. 3), що на 76 % запас підстилки визначався її товщиною ($R^2 = 0,76$, $p = 0,05$). Отримане регресійне рівняння дає можливість швидко оцінити запаси підстилки в насадженні.

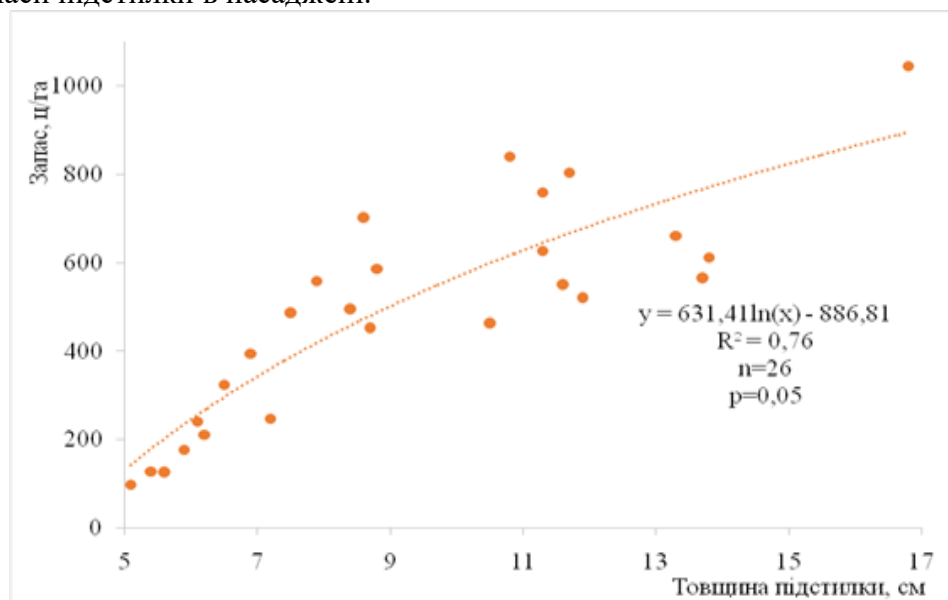


Рис. 3 – Залежність між запасом та товщиною лісової підстилки у соснових насадженнях Рівненського Полісся

Можливість загоряння підстилки залежить насамперед від її вологості. Загоряння лісової підстилки можливе за вологості менше ніж 30 %, за вологості понад 50 % навіть за наявності джерел вогню лісова підстилка не займається (Nesterov 1945).

Запаси підстилки визначали 20 серпня та 19–22 вересня 2016 р. За період з квітня до 20 серпня випало 293 мм опадів, за 14 і 17 серпня – 27 мм. Тому на момент відбору підстилка мала високу вологість. Середня вологість підстилки складала: для шару L – 44,4 %; F – 51,3; H – 39,7 % (рис. 4). Водночас різниця між максимальним та мінімальним значенням була значущою: L – 32–52 %; F – 40–60; H – 35–45 %.

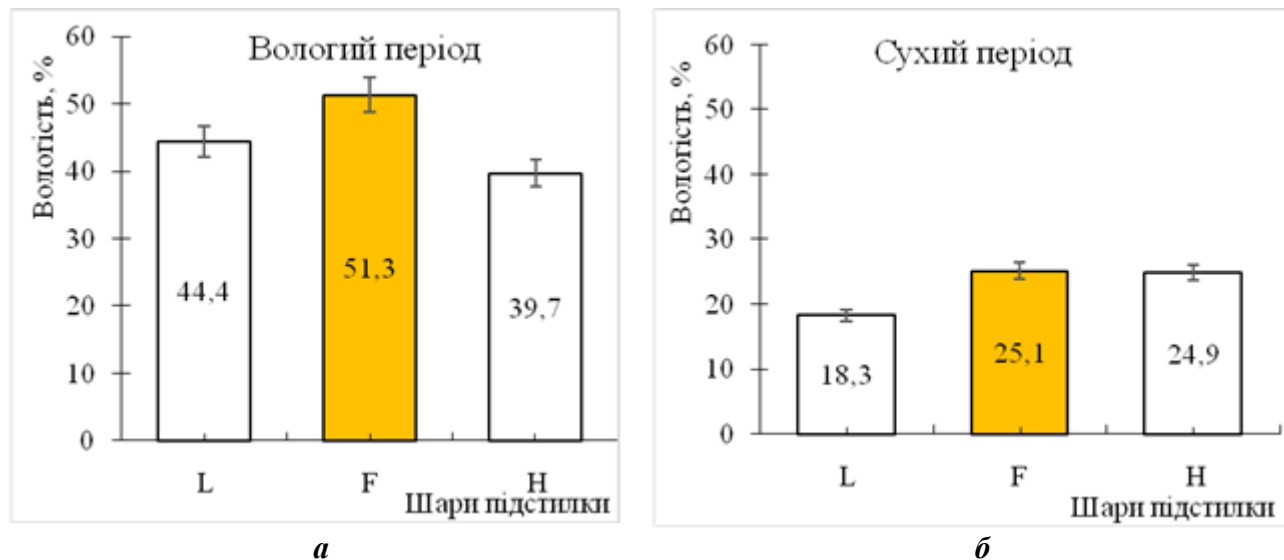


Рис. 4 – Вологість шарів підстилки у соснових лісостанах: а – вологий період; б – сухий період

Подальший період до наступного відбору зразків лісової підстилки в лісі був практично без опадів (випало лише 5 мм). Добова середня температура коливалася від 21 до 32°C, а середня температура за цей період становила 25,7°C. Середня вологість підстилки суттєво знизилася: шару L – до 18,3 % ; F – до 25,1 % і H – до 24,9 %, що становило 2,42; 2,04 та 1,59 разу відповідно. Отже відносний ступінь втрати вологи зменшувався вглиб профілю лісової підстилки. Інтервал між максимальними і мінімальними значеннями становив : L – 5–27 %; F – 11–32 % і H – 20–35 %. Тобто за місяць бездощової спекотної погоди вологість підстилки зменшилася до рівня займання за умови наявності джерел вогню за Нестеровим (Nesterov 1945).

Найменшу вологість відзначено в опадовому шарі, який найшвидше висихає. Що стосується шарів F і H, то нижній шар не завжди мав найвищу вологість. Можна припустити, що, з одного боку, за невеликої кількості опадів через велику щільність середнього шару волога не надходить глибше. З іншого боку, у цьому типі лісу, як уже відзначалося, горизонт H сильно пронизаний коренями, які активно поглинають вологу, затриману в цьому шарі (рис. 5).

За однакової вологості лісової підстилки здатність та активність горіння під час низових пожеж залежатиме від її щільності (об'ємної маси).

Згідно з результатами досліджень Курбатського (Kurbatskiy 1970), об'ємна маса підстилки суттєво варіюється (від 36 до 110 г·дм⁻³), залежить від ТЛУ та зменшується зі збільшенням вологості місцезростань. Проведені нами дослідження дали змогу встановити близький до наведеного діапазон мінливості величини об'ємної маси (30,6–97,3 г·дм⁻³, табл. 2). Така мінливість може бути пов'язана зі зміною віку деревостанів, едатопу, повноти, бонітету тощо. Кореляційна залежність між об'ємною масою та віком насадження має сильну тісноту ($r = 0,73$). Під час регресійного аналізу виявлено, що така залежність апроксимується рівнянням прямої $y = 0,7458x + 15,47$. Різниця об'ємної маси між різними класами віку може бути значною. Так, у сосняків II–III класу віку середня об'ємна маса становить 30,6–36,2, а для VI–VIII – 74,8–97,3 г·дм⁻³, тобто зростає в 2,1–3,2 разу. Таким

чином, зі зростанням віку соснових насаджень відбувається зростання як запасів підстилки, так і її щільності (об'ємної маси). Збільшення щільності лісової підстилки знижує швидкість горіння або взагалі робить горіння неможливим.



Рис. 5 – Коріння сосни, яким густо пронизаний гуміфікований горизонт лісової підстилки.

Таблиця 2

Об'ємна маса лісової підстилки в соснових насадженнях Полісся

Код ПП*	ТУМ	Клас віку	Об'ємна маса, г·дм ⁻³			
			біля стовбура	на межі крони	між кронами	середнє значення
Мащ-49-2	V ₃	II	33,7	39,6	19,1	31,5
Мащ-49-5	V ₃	III	28,7	34,3	29,6	30,6
Дуб-56-28	V ₃	III	35,1	43,0	31,4	36,2
Муш-54-38	V ₃	IV	44,0	47,5	56,8	48,4
Мащ-66-7	V ₃	IV	58,9	51,9	70,9	59,4
Муш-52-49	V ₃	V	55,3	41,2	43,7	46,4
Мащ-40-20	V ₃	VI	55,1	61,0	62,9	59,5
Муш-54-16	V ₃	VI	68,9	93,9	66,2	74,8
Муш-52-46	V ₃	VII	105,3	81,7	65,0	84,1
Мащ-40-19	V ₃	VIII	110,1	91,6	89,3	97,3

*Мащ – Мащанське л-во, Дуб – Дубнівське л-во, Муш – Мушнянське л-во.

Виявлено, що до віку 50–60 років максимальне значення об'ємної маси відзначали, зазвичай, на межі крони, а в старших сосняках – навпаки, біля стовбура. Різниця між цими двома мікрозонами зростає зі збільшенням віку сосняків (див. табл. 2). Якщо в 30–40 років різниця між цими мікрозонами становить 6–8 г·дм⁻³, то в 70–80 сягає уже 20–24 г·дм⁻³.

Такі зміни запасів та щільності підстилки пов'язані з особливостями її формування. Щільність підстилки, а значить, й інтенсивність горіння під час можливої пожежі залежить від складу мортмаси в шарах підстилки (табл. 3).

Опадовий шар L складається зі свіжого опаду, що зберіг початкову форму, морфологію та міцність побурілих рослинних залишків рихлого фракційного складу. Основною складовою мортмаси є опад хвої. Гілки та шишки становили відповідно 2–12 і 3–15 % від загального запасу. Цей шар підстилки разом із трав'яним покривом віднесено до I групи ЛГМ, які є «провідниками горіння» (Volokitina & Sofronov 1996). Температура верхнього листопадного шару коливається в межах 354–444°C (Voron et al. 2016), що пов'язане з невеликою його товщиною.

Ферментативний шар F складається з коричнево-бурих органічних залишків, що напіврозклалися та втратили свою початкову форму та міцність, зв'язаний тонким корінням

наземного вкриття та гіфами грибів. Частка безструктурної мортмаси складала 80–100 % Значний запас палива та пухка структура з порожнинами сприяли доступу повітря та збільшенню температури горіння. Саме під час горіння цього горизонту відзначалися максимальні значення температури горіння підстилки в повітряно-сухому стані – 370–513°C (Voron et al. 2016).

Таблиця 3

Розподіл мортмаси за фракціями в різних шарах підстилки

Код ПП*	ТУМ	Клас віку	Шар	Загалом, ц·га ⁻¹	Розподіл лісової підстилки за фракціями, %				Пісок
					Хвоя	Гілки	Шишки	Безструктурна мортмаса	
Мащ-49–2	В ₃	II	L	55	100	–	–	–	–
			F	76	–	–	7	93	–
			H	42	–	–	–	100	24
Мащ-66–7	В ₃	IV	L	128	89,1	6,2	4,7	–	–
			F	151	–	17,5	0,9	81,7	–
			H	194	–	–	–	100	18
Муш-54–16	В ₃	V	L	25	90	4,8	5,2	–	–
			F	172	–	–	–	100	–
			H	207	–	–	–	100	18
Муш-52–46	В ₃	VI	L	75	81,1	6,7	12,3	–	–
			F	305	–	–	–	100	–
			H	365	–	–	–	100	22
Мащ-40–19	В ₃	VII	L	45	75,1	22,2	2,7	–	–
			F	125	–	15	8,6	76,4	–
			H	427	–	5,8	7	87,2	18
Муш-50–2	В ₃	VIII	L	114	93,9	3,2	2,9	–	–
			F	262	–	–	–	100	–
			H	486	–	–	–	100	22
Мащ-40–19	В ₃	VIII	L	107	100	–	–	–	–
			F	187	–	–	–	100	–
			H	554	–	–	–	100	18

*Мащ – Мащанське л-во, Дуб – Дубнівське л-во, Муш – Мушнянське л-во.

Найнижчий шар Н, гуміфікаційний темно-бурий, чорний, складається з однорідної, часто порошкоподібної, доволі щільно спресованої маси. Для цього шару характерними є значний уміст піску (від 9,4 до 19,5 %) і найвища вологість. Температура горіння цього шару є найнижчою – 200–300°C (Voron et al. 2016). Горіння мортмаси цього горизонту часто проходить без полум'я впродовж значного періоду часу. З іншого боку, для цього горизонту в умовах В₃ характерна значна присутність коріння як живого надґрунтового покриву, так і сосни звичайної. Тривалий режим горіння гуміфікованого горизонту Н збільшує силу і тривалість негативних процесів під час постпірогенного розвитку сосняків.

Кожен із вказаних шарів підстилки є дискретним утворенням з певними фізичними, хімічними й біотичними властивостями. Лісовій підстилці притаманна просторова ієрархічність процесів, причому кожна наступна взаємодія є неможливою без попередніх процесів, а попередні етапи трансформації відбуваються у вищерозташованих структурах підстилкового профілю (Kurbatskiy 1970, Aleksandrova 1980).

Упродовж онтогенезу соснових лісостанів співвідношення між шарами підстилки суттєво змінюється (рис. 6). До 40 років у насадженнях частка шарів L і F є майже рівною, а частка нижнього шару Н – незначна або зовсім відсутня. У насадженнях з віком понад 50 років частка F і Н різко зростає, при чому для шару F максимальною вона є в 50–60 років, а для Н – після 70 років. Можливою причиною є значне збільшення запасів фітодетриту в

цих підгоризонтах підстилки. Відношенням маси нижчого шару до маси вищерозташованого дає змогу оцінити хід процесів розкладу (Chornobay 2000).

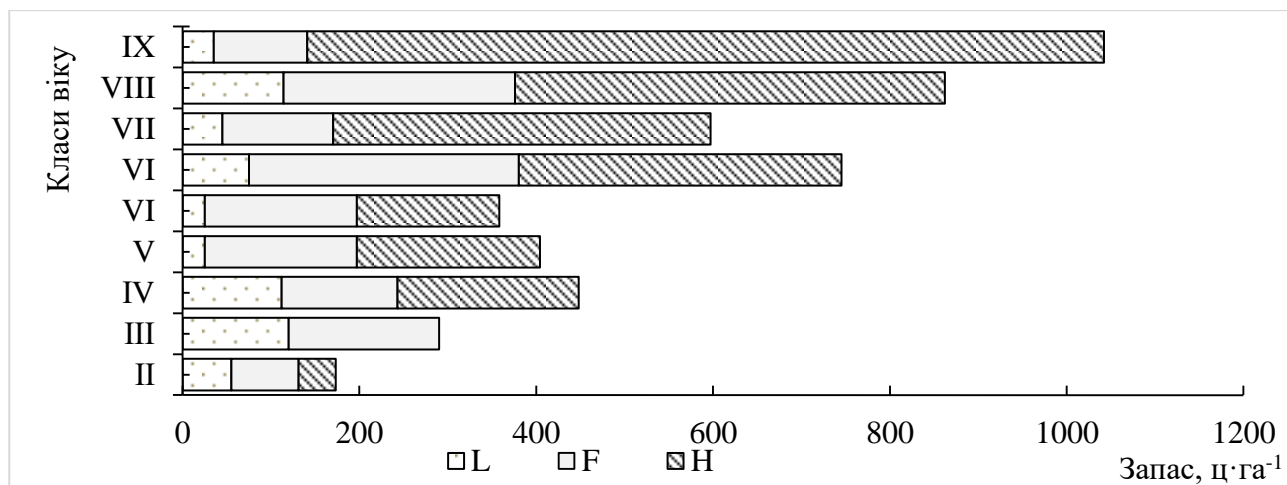


Рис. 6 – Зміна співвідношення шарів підстилки з віком у соснових лісостанах Рівненського Полісся

Так, індекс накопичення в шарі F у 50-річному віці коливається від 5,2 до 10,3 (табл. 4). Тобто в цьому горизонті в результаті гальмування розкладу мортмаси накопичується від 3 до 10 річних запасів опадового горизонту L. Схожу тенденцію було відзначено також із гуміфікованим шаром H після 70 років, коли в ньому накопичується 2–3 обсяги запасу опадового шару. Отже, в соснових насадженнях після 50 років відбувається суттєве зростання запасів середнього та нижнього шарів, що за умов тривалої посухи становитиме надзвичайну загрозу, про що й засвідчили пожежі 2015 р.

Як відомо (Volokitina & Sofronov 1996), лісові горючі матеріали поділяють на сім груп. До I групи ЛГМ відносять лише верхній опадовий шар підстилки разом із сухими трав'яними рештками, а також шаром мохів і лишайників. До II групи ЛГМ входять ферментативний та гуміфікований шари лісової підстилки, а також торф і перегнійний шар, які горять у безполум'яному режимі. ЛГМ II групи у сосняках Полісся мають значно більший запас. Середня маса ЛГМ II групи є на 65,6 % більшою, якщо порівняти з I групою (табл. 5).

Таблиця 4

Коефіцієнти накопичення мортмаси в шарах підстилки в соснових лісостанах Рівненського Полісся залежно від віку

Код ПП*	Клас віку	Шар підстилки	Біля стовбура дерев	На межі крони	У просторі між кронами	Середнє
Мащ-49-2	II	F/L	1,5	1,1	1,5	1,4
		H/F	0,6	0,8	–	0,6
Мащ-66-7	IV	F/L	1,0	1,3	1,3	1,2
		H/F	1,5	1,1	1,2	1,3
Муш-52-49	V	F/L	5,2	7,0	10,3	6,9
		H/F	1,6	1,1	0,8	1,2
Муш-54-16	VI	F/L	4,8	3,2	4,4	4,1
		H/F	1,1	1,3	1,2	1,2
Муш-52-46	VII	F/L	1,2	1,2	2,6	1,4
		H/F	2,0	2,1	1,7	2,0
Мащ-40-19	VIII	F/L	1,8	1,9	1,6	1,7
		H/F	3,1	2,5	3,2	3,0
Муш-50-2	VIII	F/L	2,1	3,3	1,5	2,3
		H/F	1,7	1,5	3,0	1,9

*Мащ – Мащанське л-во, Дуб – Дубнівське л-во, Муш – Мушнянське л-во.

Розподіл запасу ЛГМ в соснових насадженнях за групами горимості, ц·га⁻¹

Код ПП*	ТУМ	Клас віку	Розподіл за мікрозонами та групами горимості							
			Біля стовбура дерев		На межі крони		У просторі між кронами		Середнє	
			I	II	I	II	I	II	I	II
Мащ-49-2	B ₃	II	87	121	59	181	40	57	62	120
Мащ-49-5	B ₃	III	141	177	132	114	66	109	113	133
Муш-54-38	B ₃	IV	103	359	156	394	90	303	116	352
Мащ-66-7	B ₃	IV	96	398	155	297	125	305	125	333
Муш-52-49	B ₃	V	69	556	109	455	118	402	99	471
Муш-54-16	B ₃	VI	65	739	138	581	147	438	117	586
Муш-52-46	B ₃	VII	149	666	142	558	66	420	119	548
Мащ-48-5	B ₃	VII	113	645	40	620	0	402	51	556
Мащ-40-19	B ₃	VIII	122	858	146	678	110	589	126	708
Муш-50-2	B ₃	VIII	86	524	98	945	81	758	88	742

*Мащ – Мащанське л-во, Дуб – Дубнівське л-во, Муш – Мушнянське л-во.

Запаси лісової підстилки за різними групами ЛГМ у різних частинах насадження також різнилися. Найбільшим запас був біля стовбура (залежно від віку та едотопу запас ЛГМ I групи коливався від 35 до 276 ц·га⁻¹; запас ЛГМ II групи перебував у межах від 141 до 879 ц·га⁻¹), а найменшим – у вільному між кронами просторі (запас ЛГМ I групи – від 10 до 216 ц·га⁻¹; запас ЛГМ II групи – від 471 до 677 ц·га⁻¹).

Висновки. У соснових насадженнях Рівненського Полісся накопичуються значні запаси підстилки (від 117 до 862 ц·га⁻¹), які збільшуються з віком насадження. У лісостані розподіл лісової підстилки є нерівномірним: найбільшим він є біля стовбура дерева і зменшується з віддаленням від нього.

Зі зростанням віку соснових насаджень збільшуються як запаси, так і щільність підстилки (об'ємна маса). Об'ємна маса зростає з II по VII класи віку деревостанів від 30,6 до 97,3 г·дм⁻³. Збільшення запасів лісової підстилки призводить до збільшення температури та тривалості горіння. З іншого боку, підвищення щільності вповільнює швидкість горіння лісової підстилки.

До 50–60 років максимальне значення об'ємної маси відзначається, як правило, на межі крони, а в старших сосняках – навпаки, біля стовбура.

Впродовж онтогенезу соснових лісостанів співвідношення запасів підстилки між шарами суттєво змінюється. До 40 років у насадженнях частка шарів L і F є майже рівною, а нижнього H – незначною або зовсім відсутньою. Після 50 років частка F і H різко збільшується.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Aleksandrova, L. N.* 1980. Organicheskoe veshchestvo pochvy i protsessy ego transformatsii [Organic matter of soil and processes of its transformation]. Moscow, Nauka, 288 p. (in Russian).
- Balabukh, V. O. and Zibitsev, S. V.* 2016. Vplyv zminy klimatu na kilkist ta ploshchu lisovykh pozhezh u pivnichno-chornomorskому rehioni Ukrainy [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).
- Chornobay, Yu. M.* 2000. Transformatsiya roslynnoho detrytu v pryrodnykh ekosystemakh [Transformation of plant detritus in nature ecosystems]. Lviv, Vydavnytstvo DPM NAN Ukrainy, 352 p. (in Ukrainian).
- Kurbatskiy, N. P.* 1970. Issledovanie kolichestva i svoystv lesnykh goryuchikh materialov [Investigation of the quantity and properties of forest fuel]. In: Voprosy lesnoy pirolologii [Issues of forest pyrology]. Krasnoyarsk, Institute of Forest of the Siberian Division of the Russian Academy of Sciences, p. 5–58 (in Russian).
- Levchenko, V. V., Borsuk, O. A., Borsuk, A. A.* 2015. Lisovi horiuchi materialy [Forest fire fuels]. Kyiv, NUBIP, 237 p. (in Russian).
- Matthews, S., McCaw, W. L., Neat, J. E., Smith, R. H.* 2007. Testing A process-based fine fuel moisture model in two forest types. Can. J. Forest Res., 37(1): 23–35.

Molchanov, A. A. 1968. Les i okruzhayushchaya sreda [Forest and environment]. Moscow, Nauka, 246 p. (in Russian).

Nesterov, V. H. 1945 Pozharnaya okhrana lesa [Fire protection of the forest]. Moscow, Goslestekhzdat, 175 p. (in Russian).

Rodin, L. E. and Bazilevich, N. I. 1965. Dinamika organicheskogo veshchestva i biologicheskii krugovorot zolnykh elementov i azota v osnovnykh tipakh rastitelnosti Zemnogo shara [Dynamics of organic matter and biological cycling in the main types of vegetation]. Moscow, Nauka, 264 p. (in Russian).

Usenya, V. V. 2002. Lesnye pozhary, posledstviya i borba s nimi [Forest fires, the effects and control]. For. Inst. NASB, Gomel, 206 p. (in Russian).

Volokitina, A. V. and Sofronov, M. A. 1996. Klassifikatsiya rastitelnykh goryuchikh materialov [Classification of vegetable forest fuel]. Lesovedenie, 3: 38–44 (in Russian).

Vorobeychik, E. L., Sadykov, O. F., Farafontov, M. H. 1994. Ekologicheskoye normirovaniye tekhnogennykh zagryazneniy nazemnykh ekosystem (lokalnyy uroven) [Ecological regulation of technogenic pollution of terrestrial ecosystems (local level)]. Ekaterynburg, Nauka, 280 p. (in Russian).

Voron, V. P., Romanenko, O. I., Leshchenko, V. O. 2009 Opad i pidstylka sosniakiv serednoi techii Siverskoho Dontsia yak pokaznyk antropohennykh zmin biokruhoobihu [Tree wastes and litter of the pine forests of the middle course of the Siversky Donets as index of anthropogenic changes of biorotation]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya [Forestry and Forest Melioration], 116: 231–237 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Borysenko, V. H., Tkach, O. M., Muntian, V. K., Barabash, I. O. 2016. Parametry horinnia pidstylky sosnovykh lisiv Ukrainiskoho Polissia [Burning parameters of litter from Ukrainian Polissya pine forests]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya [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).

Voron V. P.¹, Sydorenko S. H.¹, Tkach O. M.²

STRUCTURE OF FOREST LITTER AS AN INDICATOR OF POTENTIAL FIRE RISK IN THE PINE FORESTS OF POLISSYA, UKRAINE

1. *Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

2. *Rivne Regional Department of Forestry and Hunting*

The forest litter plays a key role in the occurrence and development of forest fires. Forest litter is one of the main components of forest fuels. The study of the structure, stock volume, and features of forest litter is extremely important for understanding the fire risks in the pine forests of Polissya zone, Ukraine, where a considerable amount of litter is accumulated (from 117 to 862 metric centners per hectare). In the pine stands of the northern and southern parts of the Rivne Polissya, along with the determined reserves, moisture and density (volumetric weight) of the litter were studied. It was found that when the age of pine plantations increases, the volume and the density of the litter also increase. Increasing stock of litter also increases the duration and maximum temperature of combustion. Increasing the density, on the contrary, slows down the burning rate or makes it impossible. It is established that the density of the litter grows deep into the profile with an increase in the proportion of non-structural mortmass. Thus, when the structure of the litter becomes less porous, air access decreases and the time of combustion also increases.

К е у w o r d s : surface fires, forest litter, mineralization layers, litter moisture, litter volumetric weight.

Ворон В. П.¹, Сидоренко С. Г.¹, Ткач О. Н.²

СТРУКТУРА ПОДСТИЛКИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ПОЛЕСЬЯ

1. *Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

2. *Ровненское областное управление лесного и охотничьего хозяйства.*

В сосновых древостоях северной и южной частей Ровненского Полесья исследовали запас, влажность и плотность (объемный вес) подстилки. Выявлено, что с увеличением возраста сосновых насаждений увеличиваются как запасы, так и плотность подстилки. При увеличении запасов подстилки растет продолжительность и максимальная температура горения, увеличение плотности, наоборот, замедляет скорость горения или делает его невозможным. Установлено, что плотность подстилки растет вглубь профиля с увеличением доли бесструктурной мортмасы. Таким образом, когда структура подстилки становится менее пористой, уменьшается доступ воздуха и увеличивается продолжительность горения.

К л ю ч е в ы е с л о в а : низовые пожары, лесная подстилка, слои минерализации, влажность подстилки, объемный вес подстилки.

E-mail: voron@uriffm.org.ua; loki_888@i.ua

Одержано редколегією: 09.12.2017