

**ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ**

УДК630\*425, 630\*114.351

**В. П. ВОРОН\***

**ШВИДКІСТЬ ДЕСТРУКЦІЇ ФІТОДЕТРИТУ ЯК ПОКАЗНИК БІОКРУГООБІГУ  
РЕЧОВИН СОСНОВИХ ЛІСОСТАНІВ У ЛАНЦІ «ОПАД-ПІДСТИЛКА»  
В ЗОНІ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕС**

*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

Подано результати досліджень деструкції фітодетриту підстилки соснових лісостанів техногенної зони Зміївської ТЕС. Встановлено, що хід деструкції фітодетриту в аеротехногенно пошкоджених насадженнях оцінюється як сильно загальмований. Незважаючи на зменшення надходження опадів у лісостанах унаслідок домінування процесів накопичення у середньому(F) та нижньому(H) шарах підстилки, запаси її зростають. Маса шарів підстилки залежить від рівня аеротехногенного навантаження і умов місцезростання.  
К л ю ч о в і с л о в а : аеротехногенне забруднення, деструкція, фітодетрит, шари підстилки.

**Вступ.** В умовах техногенезу й урбанізації ліси є незамінним засобом стабілізації та збереження сприятливого довкілля для людини. Водночас лісові екосистеми зазнають впливу комплексу негативних факторів, що призводить до їхньої деградації та зниження екологічної ролі [Голубець, 2005; Ворон, 2010].

Хоча в 1990-ті роки викиди промислових підприємств України знизилися у 2 рази, вона, як і раніше, є однією з найбільш екологічно несприятливих країн Європи з найбільшим обсягом утворення та накопичування відходів (у 1996 р. – до 720 млн. т) [10]. В атмосферу надходить понад 5 млн. т/рік промислових викидів. Тому в багатьох районах України з високим рівнем аеротехногенного забруднення гостро стоїть проблема збереження лісів [17].

Викиди найбільш потужного джерела забруднення атмосфери на Харківщині (Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС)) негативно впливають на стан та ріст сосняків південного сходу Лівобережного Лісостепу[5, 12].

Узагальнюючи результати попередніх досліджень трансформації лісів зони ЗТЕС [4, 5, 11, 12, 14], слід відмітити, що хоча в 1990-ті роки обсяг викидів фітотоксикантів порівняно з періодом максимального навантаження зменшився у 2,7 разу, але у першій половині 2010-х років він перевищує 100 тис. т на рік, а забруднення є сильним лімітуючим фактором розвитку сосняків. Про це свідчить відсутність суттєвих позитивних змін стану соснових деревостанів навколо ЗТЕС в період з 1997 по 2008 роки [5, 11, 14].

Забруднення повітря викидами ЗТЕС спричиняє посилення мінералізованості й підлугування опадів, збільшення вмісту сульфатів, гідрокарбонатів, лужних катіонів і важких металів [4, 6, 12]. Внаслідок накопичення забруднювачів у ґрунті відбуваються негативні зміни його катіонно-обмінних властивостей, порушення живлення рослинності [7, 12, 17]. Забезпечення дерев елементами живлення значною мірою залежить від надходження їх у результаті деструкції фітодетриту підстилки [7, 9].

Хід процесів розкладання фітодетриту підстилки обумовлений якістю субстрату [3], загальною схемою реакцій [1, 15, 16]. Причому попередні етапи трансформації мортмаси відбуваються у вищерозташованих шарах підстилки [7, 8]. Інтенсивність деструкції мортмаси визначається фізико-хімічними особливостями середовища, де відбувається розкладання, складом опадів і активністю організмів-деструкторів [1, 2, 16]. Це є особливо важливим для умов району досліджень (південної межі лісостепу із спекотним і посушливим літом та фізико-механічними властивостями ґрунтів і гідрологічним режимом, що є далекими від оптимальних). Інтенсивне аеротехногенне забруднення, яке є причиною забруднення опадів, коли посилюється їхня мінералізованість й підлугування, призводить до збільшення вмісту сульфатів, гідрокарбонатів, лужних і важких металів у підстилці та ґрунті, що спричиняє негативні зміни в трофотопі [4, 6].

\* © В. П. Ворон, 2014

*Мета роботи* – виявити особливості деструкції фітодетриту підстилки соснових лісостанів техногенної зони Зміївської ТЕС.

**Об’єкти і методика досліджень.** Дослідження техногенних змін швидкості деструкції фітодетриту в соснових лісостанах у зоні Зміївської ТЕС вели на постійних пробних площах (ППП), які належать до двох типів лісорослинних умов (табл. 1). На момент досліджень (1993–1997 рр.) насадження ППП 7 і 10, розташованих на узліссі урочища Сербівка, що звернуте до ЗТЕС, оцінювали як сильно ослаблені, двох інших ППП (6 і 11), що розташовані значно далі, – як ослаблені, і насадження контролю ППП 12 – здорові.

*Таблиця 1*

**Характеристика ППП в чистих сосняках в зоні Зміївської ДРЕС**

№ ППП	Румб-віддаль від ДРЕС	Лісництво-квартал	А, років	Повнота	Бонітет	Індекс стану (1997р.)
ТУМ В <sub>2</sub>						
10	ПдЗ 2 - 4	А-2	55	0,80	I	2,88
11	ПдЗ 4 - 6	А-25	55	0,87	I <sup>А</sup>	2,40
12	ПнЗ 22 - 28	В-78	55	0,77	I	1,45
ТУМ С <sub>2</sub>						
7	ПдЗ 81 - 7.8	3-168	42	0,56	I <sup>А</sup>	3,29
6	ПнЗ 84 - 12.6	3-166	45	0,80	I <sup>А</sup>	2,31

*Примітка.* Лісництва: А – Андріївське, В – Васищевське, З – Задонецьке.

За період з 1993 до 1997 рр. відбувалося значне зменшення рівня забруднення (табл. 2), тобто деструкцію фітодетриту вивчали в період максимального (1993–1995 рр.) і мінімального (1996–1997 рр.) забруднення. Для трьох із чотирьох періодів спостережень характерною була велика кількість атмосферних опадів за час збору опадів (з початку жовтня минулого по кінець вересня поточного року). Винятком став період 1993–1994 рр.

*Таблиця 2*

**Обсяг викидів в атмосферу ЗТЕС та кількість атмосферних опадів**

Роки	Обсяг викидів, тис.т/рік				Опади, мм
	Усього	в тому числі			
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	попіл	
1993–1994	187	74	25	83	439
1994–1995	156	59	19	74	596
1995–1996	100	38	13	47	656
1996–1997	88	38	13	41	551

Швидкість деструкції фітодетриту в ланці «опад-підстилка» вивчали за методиками Л. Є. Родіна, М. І. Базилевича [13] та Ю. М. Чернобая (2000). Облік надходження маси опадів вели протягом року, з початку жовтня минулого по кінець вересня поточного року, на 10 облікових площинах. Масу підстилки визначали з розподілом на шари мінералізації на 10 площинах. В обох випадках облікові площини мали розмір 1 × 1 м і були рівномірно розміщені по ППП. При цьому виділяли три шари підстилки [16]:

– *L*, опадовий, – складається зі свіжого опадів, що зберіг початкову форму, морфологію та міцність побурілих рослинних залишків рихлого складення;

– *F*, ферментативний, – бурі (коричнево-бурі) органічні залишки, напіврозклалися та втратили свою початкову форму та міцність; шар ущільнений, зв’язаний тонким корінням наземного покриву та гіфами грибів;

– *H*, гуміфікаційний, – темно-бурий, чорний, що повністю розклався, злегка брудниться, часто порошкоподібної структури із включеннями шматків кори та плодів, густо пронизаний корінням, з домішкою мінеральних часточок ґрунту.

Хід процесів розкладання підстилки оцінювали за опад-підстилковим коефіцієнтом, тобто за відношенням маси річного опадів до маси підстилки, а також за коефіцієнтом

накопичення  $K$ , який, згідно з Ю. М. Чернобаєм [16], є відношенням маси нижчого шару мінералізації до маси вищерозташованого. Наприклад, для шару  $L$  коефіцієнт накопичення  $K_L$  – це відношення маси шару  $M_L$  до маси річного опадів  $M_{Op}$ :  $K_L = M_L/M_{Op}$ . При цьому, якщо  $K > 1$ , у шарі переважає процес накопичення, а якщо  $K < 1$  – домінує розкладання; коли  $K = 1$ , потоки надходження і витрат є збалансованими. Мортмаса знаходиться в межах кожного шару підстилки певний час, пропорційний до величини  $K$ . Термін перебування  $T$  для маси кожного із шарів буде:  $T_L = T_{Op} \cdot K_L$ ;  $T_F = T_L \cdot K_F$ ;  $T_H = T_F \cdot K_H$ .

Маса кожного шару є речовиною, що пройшла усі попередні стадії розкладання. Характерний термін маси  $TM$  шару становить суму  $TM$  попереднього шару і  $T$  цього шару:

$$TM_L = TM_{Op} + T_L; TM_F = TM_L + T_F; TM_H = TM_F + T_H.$$

Сумарний вік підстилки визначали як характерний термін системи, який від шару до шару зростає від шару к шару, наближаючись у максимумі до значення підстилково-опадового коефіцієнта – ПОК.

**Результати та обговорення.** Вихідною точкою оцінювання ходу біокругообігу речовин є свіжий опад, з якого починається весь процес детритної трансформації (табл. 3). Під опадом розуміють як процес надходження фітодетриту на поверхню ґрунту, так і мортмасу, з якої формується верхній шар підстилки.

Таблиця 3

**Динаміка надходження опадів в соснових лісостанах у зоні Зміївської ТЕС**

№ ППП	Віддаль від ТЕС, км	Період збору, роки	Маса опадів, т/га	Розподіл опадів по фракціях									
				активна		пасивна							
				хвоя, листя		гілки		шишки		кора		загалом	
				т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
10	4,0	1993–94	10,0	7,3	73,0	1,1	11,0	0,7	7,0	0,9	9,0	2,7	27,0
		1994–95	9,6	7,2	75,0	1,2	12,5	1,0	10,4	0,2	2,1	2,4	25,0
		1995–96	10,9	6,6	60,6	1,7	15,6	1,6	14,7	1,0	9,2	4,3	39,4
		1996–97	9,5	6,9	72,6	1,3	13,7	0,8	8,4	0,5	5,3	2,6	27,4
		Середнє	10,0	7,0	70,3	1,3	13,2	1,0	10,1	0,7	6,4	3,0	29,7
11	6,5	1993–94	11,4	9,3	81,6	1,0	8,8	0,3	2,6	0,8	7,0	2,1	18,4
		1994–95	11,1	8,3	74,8	1,7	15,3	0,6	5,4	0,5	4,5	2,8	25,2
		1995–96	10,6	7,9	74,5	1,6	15,1	0,4	3,8	0,7	6,6	2,7	25,5
		1996–97	10,1	7,8	77,2	1,1	10,9	0,6	5,9	0,6	5,9	2,3	22,8
		Середнє	10,8	8,3	77,0	1,4	12,5	0,5	4,4	0,7	6,0	2,5	23,0
7	7,5	1993–94	8,4	6,6	78,6	0,8	9,5	0,5	6,0	0,5	6,0	1,8	21,4
		1994–95	9,8	7,1	72,4	1,8	18,4	0,3	3,1	0,6	6,1	2,7	27,6
		1995–96	9,0	6,9	76,7	1,2	13,3	0,4	4,4	0,5	5,6	2,1	23,3
		1996–97	9,1	6,8	74,7	1,4	15,4	0,5	5,5	0,4	4,4	2,3	25,3
		Середнє	9,1	6,9	75,5	1,3	14,3	0,4	4,7	0,5	5,5	2,2	24,5
6	12,5	1993–94	12,2	9,7	79,5	1,7	13,9	0,2	1,6	0,6	4,9	2,5	20,5
		1994–95	13,6	10,0	73,5	2,3	16,9	0,7	5,1	0,6	4,4	3,6	26,5
		1995–96	12,9	9,5	73,6	2,1	16,3	0,6	4,7	0,7	5,4	3,4	26,4
		Середнє	12,9	9,7	75,5	2,0	15,8	0,5	3,9	0,6	4,9	3,2	24,5
12	28,0	1993–94	11,9	9,6	80,7	0,3	2,5	1,4	11,8	0,6	5,0	2,3	19,3
		1994–95	11,2	8,3	74,1	0,9	8,0	1,0	8,9	1,0	8,9	2,9	25,9
		1995–96	11,5	8,7	75,7	1,3	11,3	0,9	7,8	0,6	5,2	2,8	24,3
		1996–97	11,1	8,9	80,2	1,1	9,9	0,6	5,4	0,5	4,5	2,2	19,8
		Середнє	11,4	8,9	77,7	0,9	7,9	1,0	8,5	0,7	5,9	2,6	22,3

Величина опадів сосняків у свіжому суборі в техногенній зоні є меншою, ніж на контролі. Так, у найсильніше пошкодженому сосняку (ППП 10, 4 км від ЗТЕС) опадів надходить на 14 % менше, ніж на контролі. Різниця кількості опадів в цьому сосняку є достовірною як із контролем ( $t_{факт} = 8,17$  при  $t_{теор} = 2,1$ ), так і з сосняком у 6,5 м від Зміївської ТЕС (ППП 11). Однак різниця між ППП 11 і контролем становить 5 % і не є достовірною.

Значно більшою є різниця між сосняками у свіжому сугруді. Різниця між сильно пошкодженим (ППП 6 – 7 км від ЗТЕС) і ослабленим (ППП 7 – 12,5 км від ЗТЕС) сосняками становить більше ніж 40 %.

Темпи надходження опаду сильно пошкоджених деревостанів (ППП 10 і 7) в обох типах умов місцезростання не перевищують 10,0 т/га/рік, що є значно меншим, ніж в ослаблених деревостанах або на контролі. Причому цей показник в сугруді є майже на 10 % менший, ніж у суборі (табл. 3).

Активна частина опаду протягом всього періоду дослідження перевищує 70 %. Лише в 1995–1996 рр. на ППП 10 її частка становила 60 %. Абсолютну більшість активної частини опаду становить хвоя. На всі інші фракції припадає менше ніж 1 %. Лише в сугруді фракція листя коливається в межах 1,7–2,3 %. Частка пасивної частини опаду є найбільш високою у зимово-весняний період. Відносне зростання цієї частки відбувається за рахунок опаду гілок та зменшення осипання хвої. Основна частка хвої осипається у період із серпня по листопад.

Хоча обсяг надходження опаду зменшується, при зростанні аеротехногенного забруднення наявна протилежна тенденція для величини запасу підстилки – він, навпаки, зростає із наближенням до ТЕС. У сосняку на відстані 4 км від ЗТЕС загальна маса підстилки є на 20 % більшою, ніж на контролі ( $t_{\text{факт}} = 10,23$  при  $t_{\text{теор}} = 2,1$ ).

З іншого боку, якщо різниця між масою опаду сосняків у свіжому суборі і свіжому сугруді є незначною, то за масою підстилки вона – суттєво більша (табл. 4). Так, запас підстилки в сильно пошкодженому сосняку (ППП 7) в  $C_2$  є на 41 % меншим, ніж у  $B_2$ .

У підстилці досліджуваних сосняків виділяють три горизонти. Їхнє співвідношення залежить як від рівня техногенного навантаження, так і від типу умов місцезростання (табл. 4). У сосняках суборевого екоряду найбільший запас верхнього шару мінералізації  $L$  відзначено на контролі. З посиленням рівня техногенного навантаження запас цього шару зростає. У найбільш техногенно порушеному сосняку (4 км від ЗТЕС) він в 1,4 рази більший, ніж на контролі, що є цілком зрозумілим, адже із зростанням техногенного навантаження знижується маса опаду, який надходить.

Запас гумусованого шару  $H$  на контролі є лише на 3 % більшим, ніж ферментативного  $F$ . Зміни запасу середнього (ферментативного) шару підстилки в техногенній зоні не мають однозначного характеру (табл. 4). У сильно пошкодженому сосняку (ППП 10) його на 7 % більше, в ослабленому сосняку, навпаки, на 6,7 % менше, ніж на контролі. Запас горизонту  $H$  у техногенній зоні на 8 т/га (в 1,6 разу) більший, ніж на контролі. Тобто в техногенній зоні особливо сильне гальмування ходу деструкції фітодетриту відбувається саме в стадії гуміфікації. Суттєво змінюється в техногенній зоні і співвідношення між різними горизонтами підстилки. Якщо на контролі співвідношення між шарами підстилки становить 1 : 1,6 : 1,8, то в найбільш техногенно порушеному сосновому насадженні маємо 1 : 2,5 : 4,0 відповідно. Цю підстилку згідно з Ю. М. Чернобаєм [16] слід відносити до акумулятивного типу, середньогумусного підтипу (модер), середньопотужного роду з трьохшаровою вертикальною будовою.

Якщо різниця між масою підстилки в сосняках сугрудових умов місцезростання є незначною (всього 10 %), то у разі зменшення в сильно пошкодженому деревостані запасу шару  $F$  на 17 % маса гуміфікованого шару підстилки зростає на 57 %, а співвідношення змінюється з 1 : 2,1 : 1,6 в ослабленому (ППП 7) до 1 : 1,7 : 2,5 у сильно ослабленому деревостані (ППП 6). Фактично відбувається зміна типу підстилки з ферментативного на гуміфікований.

Значення опадо-підстилкового коефіцієнта на контролі коливається від 3,25 до 3,77, тобто хід деструкції фітодетриту можна оцінювати як загальмований; в ослабленому сосняку (ППП 11) він становить 3,95, а в сильно пошкодженому – 4,88–5,19, тобто динаміка розкладу є сильно загальмованою. В той же час хід деструкції фітодетриту в ослабленому деревостані в свіжому сугруді активніший, ніж у суборі.

Таблиця 4

**Маса підстилки та підстилково-опадовий коефіцієнт у соснових насадженнях у зоні ЗТЕС**

Дата збору	№ ППП	Віддаль від ТЕС, км	Маса підстилки по горизонтах						Загальна маса, т/га		K <sub>оп</sub>
			L		F		H		підстилки	опад	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%			
1994	10	4,0	7,1	16,9	8,3	19,8	26,6	63,3	42,0	10,0	4,20
1995			6,1	12,2	16,8	33,6	27,1	54,2	50,0	9,6	5,21
1997			4,5	10,6	16,0	37,7	21,9	51,7	42,4	9,5	4,46
Середнє			5,9	13,2	13,7	30,4	25,2	56,4	44,8	9,7	4,62
1994	11	6,5	6,0	16,2	11,1	30,0	19,9	53,8	37,0	11,4	3,25
1995			8,8	17,3	19,7	38,8	22,3	43,9	50,8	11,1	4,58
1997			5,5	20,5	8,8	32,8	12,5	46,6	26,8	10,1	2,65
Середнє			6,8	18,0	13,2	33,9	18,2	48,1	38,2	10,9	3,49
1994	12 К	28,0	9,3	23,4	13,3	33,5	17,1	43,1	39,7	11,9	3,34
1995			8,0	20,4	20,5	52,3	10,7	27,3	39,2	11,2	3,50
1997			16,7	38,4	9,5	21,8	17,3	39,8	43,5	11,1	3,92
Середнє			11,3	27,4	14,4	35,9	15,0	36,7	40,8	11,4	3,59
1994	7	7,5	6,9	21,8	7,0	22,2	17,7	56,0	31,6	8,4	3,76
1997			4,9	16,0	14,1	46,1	11,6	37,9	30,6	9,1	3,36
Середнє			5,9	18,9	10,6	34,2	14,7	47,0	31,1	8,8	3,56
1994	6	12,5	5,7	17,7	5,4	16,8	21,1	65,5	32,2	12,2	2,64
1997			7,1	27,0	10,5	39,9	8,7	33,1	26,3	не визн.	не визн.
Середнє			6,4	22,4	8,0	28,4	14,9	49,3	29,3	не визн.	не визн.

У верхньому шарі підстилки (табл. 5) всіх досліджуваних сосняків домінують процеси розкладання підстилки – коефіцієнт концентрації  $K$  є меншим ніж 1,0. Причому на контролі в суборевих умовах значення цього коефіцієнта є навіть на декілька десятих вищим, ніж у техногенній зоні. Для ферментативного шару  $F$  підстилки характерним є домінування процесів накопичення над розкладанням фітодетриту. Так, в найсильніше пошкодженому сосняку в суборевих умовах (ППП 10) коефіцієнт концентрації становить 2,46 при 1,69 на контролі.

Таблиця 5

**Показники трансформації опадів та підстилки**

Дата збору	№ ППП	Віддаль від ТЕС, км	ПОК	K <sub>L</sub>	K <sub>F</sub>	K <sub>H</sub>	Вік опадів	T <sub>L</sub>	T <sub>F</sub>	T <sub>H</sub>	TM <sub>L</sub>	TM <sub>F</sub>	TM <sub>H</sub>
1994	10	4,0	4,88	0,69	2,22	1,74	0,58	0,40	0,89	1,54	0,98	1,87	3,41
1995			5,19	0,64	2,72	1,63	0,58	0,37	1,00	1,64	0,95	1,95	3,59
1997			4,99	0,68	2,46	1,56	0,58	0,40	0,98	1,52	0,98	1,95	3,47
Серед.			5,02	0,67	2,46	1,64	0,58	0,39	0,96	1,57	0,97	1,92	3,49
1994	11	6,5	3,61	0,63	1,96	1,41	0,56	0,35	0,69	0,98	0,91	1,61	2,58
1995			3,81	0,66	1,88	1,55	0,54	0,36	0,67	1,04	0,90	1,56	2,60
1997			3,95	0,68	2,06	1,32	0,53	0,36	0,75	0,99	0,89	1,64	2,62
Серед.			4,47	0,65	1,97	1,43	0,54	0,36	0,70	1,00	0,90	1,60	2,60
1994	12К	28	3,25	0,78	1,43	1,21	0,63	0,49	0,70	0,85	1,12	1,83	2,68
1995			3,53	0,74	1,87	1,01	0,48	0,36	0,66	0,67	0,84	1,50	2,17
1997			3,77	0,86	1,69	1,01	0,55	0,47	0,80	0,81	1,02	1,82	2,63
Серед.			3,53	0,80	1,65	1,07	0,55	0,44	0,72	0,78	0,99	1,71	2,49
1994	7	7,5	4,14	0,82	1,58	1,56	0,59	0,48	0,77	1,19	1,07	1,84	3,03
1997			3,73	0,68	1,95	1,29	0,54	0,37	0,72	0,93	0,91	1,63	2,55
Серед.			3,91	0,75	1,74	1,42	0,57	0,43	0,74	1,06	0,99	1,73	2,79
1994	6	13	2,72	0,47	2,70	0,72	0,63	0,29	0,80	0,57	0,92	1,72	2,29

В шарі гуміфікації  $H$  на контролі в 1995 і 1997 роках процеси розкладання практично врівноважувалися процесами накопичення ( $K = 1,01$ ), а в 1994 р. відбувалося певне

перевищення надходження мортмаси шару  $H$  ( $K = 1,21$ ). У техногенній же зоні в суборевих умовах протягом усіх трьох років переважають процеси накопичення ( $K = 1,43 \div 1,64$ ), які посилюються з наближенням до джерела забруднення. У сугруді в більш віддаленому насадженні (ППП 6, 12,5 км від ЗТЕС) у цьому шарі мінералізації підстилки домінує розклад ( $K = 0,71$ ), тим часом як у сильно пошкодженому ближче розташованому насадженні (ППП 7, 7,5 км від ЗТЕС), навпаки, переважають процеси накопичення ( $K = 1,42$ ). Розрахунок діахронічних показників для опадового  $L$  та ферментативного  $F$  шарів показав, що термін перебування мортмаси в них не перевищує одного року (див. табл. 5). Причому якщо для опадового шару в суборевих умовах збільшення терміну перебування з наближенням до ЗТЕС не відмічено, то в найсильніше пошкодженому сосняку (ППП 10)  $T_L$  на 0,23 року більший, ніж на контролі. Відчутне зростання терміну перебування підстилки в певному шарі в міру наближення до теплової електростанції характерне для найнижчого шару  $H$ . У найближче розташованому сосняку період перебування підстилки в цьому шарі в середньому становить 1,57 року, що на 0,7 року більше, ніж на контролі. Причому  $T_H$  зростає зі збільшенням рівня техногенного навантаження.

Оскільки час існування шару підстилки є сумою величин  $TM$  розташованого вище та цього шару, максимальне значення показник матиме в найнижчому шарі гуміфікації. Для цього шару характерна найбільша різниця з контролем. І якщо сумарний вік фітодетриту для шарів  $L$  та  $F$  між техногенною зоною і контролем суттєво не відрізняється, за винятком ППП 10, то для шару  $H$  сильно пошкодженого сосняку тієї ж ППП 10 – перевищує один рік.

**Висновки.** Хід деструкції фітодетриту в сильно аеротехногенно пошкоджених соснових насадженнях в зоні ЗТЕС оцінюється як сильно загальмований (на контролі – як загальмований). При цьому, не зважаючи на зменшення надходження опадів, у цих насадженнях зростають запаси підстилки. Відбувається це тому, що в техногенно порушеному сосновому насадженні у ферментативному шарі  $F$  і в шарі гуміфікації  $H$  домінують процеси накопичення. З наближенням до ЗТЕС частка цих шарів у загальному запасі підстилки зростає. Співвідношення маси фітодетриту у шарах підстилки залежить як від рівня техногенного навантаження, так і від типу умов місцезростання.

Значне зростання терміну формування підстилки в міру наближення до теплової електростанції є характерним для нижнього шару  $H$ . У найближче розташованому сосняку період перебування підстилки в цьому шарі є на 0,7 року більшим, ніж на контролі.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. *Александрова Л. Н.* Органическое вещество и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л. : Наука, 1980. – 287 с.
2. *Богатырев Л. Г.* Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах / Л. Г. Богатырев // Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 501–511 (459–468).
3. *Борисова В. Н.* Гифомицеты лесной подстилки в различных экосистемах / В. Н. Борисова. – К. : Наука, 1988. – 252 с.
4. *Ворон В. П.* Вплив емісій Зміївської ДРЕС на компоненти лісової екосистеми / В. П. Ворон, М. А. Бондарук, С. П. Распопіна // Лісівництво і агролісомеліорація. – 1999. – Вип. 94. – С. 48–52.
5. *Ворон В. П.* Динаміка радіального приросту сосни під впливом викидів Зміївської теплової електростанції / В. П. Ворон, І. М. Коваль, В. О. Лещенко. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.14. – С. 60–66
6. *Ворон В. П.* Забруднення снігового покриву в сосняках техногенної зони Зміївської теплової електростанції / В. П. Ворон, В. А. Лещенко // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2008. – Вип. 113 – С. 225–230.
7. *Ворон В. П.* Трансформація опадів і підстилки в сосняках у Степу як показник техногенних змін біокругобігу в лісових екосистемах / В. П. Ворон, Т. Ф. Стельмахова // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2007. – Вип. 111. – С. 242–251.
8. *Гришина Л. А.* Роль подстилки как генетического горизонта / Л. А. Гришина // Роль подстилки в лесных биогеоценозах : Всесоюз. совещ., Красноярск, 14–16 сент. 1983 г. : тезисы докл. – М. : Наука, 1983. – С. 47–48.

9. Давидова Н. Д. Лесная подстилка в зоне техногенного воздействия / Н. Д. Давидова // Роль подстилки в лесных биогеоценозах : Всесоюз. совещ., Красноярск, 14–16 сент. 1983 г. : тезисы докл. – М. : Наука, 1983. – С. 54.

10. Данилишин Б. М. Україна: проблеми сталого розвитку : [наукова доповідь] / Б. М. Данилишин, Є. М. Лібанова, В. Я. Шевчук. – К. : РВПС України : НАН України, 1997. – 149 с.

11. Зибцев С. В. Состояние сосняков в районе загрязнения атмосферы выбросами теплоэлектростанций / С. В. Зибцев, В. П. Ворон // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1989. – Вып. 78. – С. 32–35.

12. Распоіна С. П. Аеротехногенна трансформація соснових екосистем басейну середньої течії р. Сіверський Донець : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–х. наук : спец. 06.03.03. – лісознавство і лісівництво / С. П. Распоіна // – УкрНДІЛГА, м. Харків, 2003. – 22 с.

13. Родин Л. Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич. – Л. : Наука, 1965. – 53 с.

14. Розвиток соснових деревостанів в умовах зниження аеротехногенного забруднення Зміївської ТЕС / В. П. Ворон, І. М. Коваль, О. В. Леман [и др.] // Науковий вісник НАУ. – 2006. – № 103. – С. 24 – 33.

15. Учватов В. П. Роль лесной подстилки в трансформации геохимического потока веществ в лесной экосистеме / В. П. Учватов // Роль подстилки в лесных биогеоценозах : Всесоюз. совещ., Красноярск, 14–16 сент. 1983 г. : тезисы докл. – М. : Наука, 1983. – С. 199–200.

16. Чернобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю. М. Чернобай. – Львів : ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.

17. Inventory Review 2006 : Emission data reported to the LRTAP Convention and NEC Directive : MSC–W Technical Report 1/2006 / V. Vestreng, E. Rigler, M. Adams [et al.] // Acid News. – 2006. – No 3. – P. 10–11.

Voron V. P.

PHYTODETRITUS DESTRUCTION SPEED AS AN INDICATOR FOR BIOLOGICAL CYCLE OF PINE STANDS IN THE LITTER PLUS TOP HUMUS LINK IN TECHNOGENIC AREA OF ZMIYIV THERMAL POWER PLANT

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

The paper presents results of studies of litter phytodetritus decomposition of pine forest stands in Zmiyiv TPP technogenic area. It was found that the progress of phytodetritus destruction in highly aerotechnogenically damaged stands may be rated as considerably slowed down. Despite the decrease of litter coming in the stands, the litter stores are rising as a result of the dominance of accumulation in the medium (F) and lower (L) litter layers. A mass of litter levels depends on aerotechnogenic load and habitat conditions. Increasing pollution increases the term of forming the litter.

**Key words :** aerotechnogenic pollution, destruction, phytodetritus, litter layers.

Ворон В. П.

СКОРОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ ФИТОДЕТРИТА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БИОКРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗВЕНЕ «ОПАД–ПОДСТИЛКА» В ТЕХНОГЕННОЙ ЗОНЕ ЗМИЕВСКОЙ ТЭС

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

Представлены результаты исследований деструкции фитодетрита подстилки сосновых насаждений техногенной зоны Змиевской ТЭС. Установлено, что ход деструкции фитодетрита в сильно аеротехногенно поврежденных насаждениях оценивается как сильно замедленный. Несмотря на уменьшение поступления опада в них в результате доминирования процессов накопления в среднем (F) и нижнем (H) слоях подстилки запасы ее увеличиваются. Масса горизонтов подстилки зависит от уровня аеротехногенной нагрузки и условий местообитания. При увеличении загрязнения увеличивается срок формирования лесной подстилки.

**Ключевые слова :** аеротехногенное загрязнение, деструкция, фитодетрит, слои подстилки.

*E-mail: voron@uriffm.org.ua*

*Одержано редколегією 11.03.2014*