

Табл. 2. Кількість підросту на облікових площах

Деревна порода	Кількість підросту, тис. шт./га				
	1-річки	2-3-річки	4-7-річки	старші 7 років	Разом
Тис ягідний	8,0	1,4	0,8	0,4	10,6
Ялиця біла	5,2	1,8	2,2	2,4	11,6

Необхідно зазначити, що Печеніжинське лісництво веде постійну роботу в напрямку розширення площ зростання тиса, введення його у лісові культури. За період з 1969 по 2001 роки лісництвом посаджено 35,4 га лісових культур за участю тиса ягідного. В урочищі "Кам'янка" Шепарівського лісництва створено лісонасінневу плантацію, де на площі 2 га посаджено 600 крупномірних саджанців тиса ягідного. Печеніжинським лісництвом щорічно заготовляється у заказнику насіння та живці для вирощування посадкового матеріалу тису.

Справі збереження цієї унікальної деревної породи, її поширенню присвятило життя не одне покоління вчених, лісівників, громадськості. Серед них багато праці та енергії в організацію заказника та збереження насаджень тиса ягідного вклали і лісівники Коломийщини – А.П. Мартинюк, В.І. Юрченко, Б.А. Герасченко, І.П. Равлюк, П.С. Скочеляс, М.Й. Кудляк, А.В. Сметанюк, В.М. Беркешук та ін. Завдяки цим людям тис ягідний зберігся і не зник з лісів Карпат.

Література

1. Бродович Т.М., Бродович М.М. Атлас дерев і кущів Заходу України. – Львів: Вища шк., 1973. – 240 с.
2. Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат. – Львів: Піраміда, 1999. – 204 с.
3. Смаглюк К.К. Аборигенні хвойні лісоутворювачі. – Ужгород: Карпати, 1972. – 112 с.
4. Стойко С.М. Заповідники та пам'ятки природи Українських Карпат. – Львів: Вид-во Львівського держун-ту, 1966. – 242 с.
5. Юзків М.І. Тис у Княздвірській лісовій дачі на Прикарпатті. Матеріали охорони природи на Україні. – Київ: вид-во АН УРСР, 1958. – 14 с.
6. Kontny P. Z przeszłości cisza (Taxus baccata L.). Sylvan, Rocznik LV, ser. A. Lwow, 1937.
7. Sokolowski S. Cis w ziemiach polskich i w krajach przyległych. Ochrona przyrody, 2. Warszawa, 1920.
8. Spousta W. Cis. Sylvan, t. XI. Lwow, 1893.
9. Szafer W. Cisy w Kniazdworze pod Kolomyja, jako ochrony godny zabytek przyrody lesnej. Lwow, 1913.

УДК 630*425 Ст. наук. співроб. В.П. Ворон, канд. с.-г. наук – УкрНДІЛГА

ТРАНСФОРМАЦІЯ ОПАДУ І ПІДСТИЛКИ ЯК ПОКАЗНИК ТЕХНОГЕННИХ ЗМІН БІОКРУГООБІГУ У СОСНЯКАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Представлено результати досліджень біокругообігу в ланці опад-підстилка в сосняках техногенної зони Рівненського ВАТ "Азот". Незважаючи на зменшення надходження опадів внаслідок акумуляції забруднювачів, у них встановлено зростання запасів підстилки. У всіх шарах мінералізації підстилки нагромадження мортмаси домінує над процесами розкладу, а період його деструкції значно зростає. Особливо сильно виражені ці процеси в нижньому (Н) шарі мінералізації підстилки.

Ключові слова: Біокругообіг, підстилка, опад, шари мінералізації, мортмаса, фітодетрит.

Senior scientific employee V.P. Voron – Leading Researcher of UkrSRIFA

Fall and litter transformation as an index of technogenic changes of biological circulation in the pine stands of Ukrainian Polissya

The results of investigation of biological circulation in the link fall and litter in the pine stands of Rivne enterprise "Azot" technogenic zone are presented. In spite of fall entering decrease in result of pollutants accumulation in it, the total litter stock increases. In all layers of litter mineralization, mortmass accumulation dominates over its decomposition and period of its destruction considerably increases. These processes are the most expressed in the lower (H) layer of litter mineralization.

Keywords: biological circulation, litter, fall, mineralization layers, mortmass, phitodetrit.

В епоху інтенсивного розвитку суспільства різко загострюються проблеми збереження довкілля. Не зважаючи на те, що в 90-х роках викиди промислових підприємств знизилися в 2 рази, Україна як і раніше є однією з найбільш екологічно несприятливих країн Європи і входить до числа країн з найбільшим обсягом утворювання та нагромадження відходів (у 1996 р. до 720 млн. т.) [19]. В атмосферу щорічно надходить понад 5 млн. т промислових відходів. Через це у багатьох районах України, де рівень аеротехногенного забруднення є високим, гостро стоїть проблема збереження лісів.

У Волинському Поліссі, починаючи з 1969 року, таким потужним джерелом аеротехногенного забруднення довкілля є Рівненське ВАТ "Азот". Його будівництво серед соснових масивів Клеванського держлісгоспу є класичним прикладом нехтування екологічних інтересів у гонитві за тимчасовою економічною вигодою. У середині 80-х років площа пошкоджених лісів перевищила 20 тис. га, а загроза існуванню соснових насаджень цього держлісгоспу стала реальною.

Внаслідок аеротехногенного забруднення довкілля викидами азот- і сіркоутримуючих фітотоксикантів цим виробництвам і акумуляції техногенних речовин відбулись значні негативні зміни в різних компонентах лісових екосистем, що призвело до значного погіршення стану та падіння продуктивності соснових деревостанів [5, 6, 13, 14]. Однак мало вивченими залишаються питання аеротехногенних змін гетеротрофного блоку, деструкції фітодетриту, співвідношення опаду і підстилки в лісових екосистемах в наслідок дії аеротехногенного забруднення. Водночас негативні зміни основних властивостей лісових підстилок і ґрунтів [13, 31] порушують біологічний кругообіг речовин у лісових екосистемах в умовах аеротехногенного забруднення, про що свідчать численні публікації.

Інтенсивність деструктивного процесу, як відомо, залежить як від кількості опаду, так і активності розкладу підстилки. Швидкість руйнування мортмаси (або детриту) визначається трьома групами чинників: фізико-хімічними особливостями середовища, де протікає розклад, складом опаду і активністю організмів-деструкторів [29]. При цьому деструкція може лімітуватися як одним фактором, так і їх комплексом.

Лісова підстилка механічно перешкоджає надходженню в ґрунт техногенних викидів [8]. При проходженні забруднювачів через підстилку завдяки її буферності вони ефективно трансформуються [20]. Згідно з дослідженнями

Г.Н. Копчик, О.Д. Силаєвої [10], буферність підстилки на порядок вища ніж верхніх ґрунтових горизонтів. Підстилка може поглинати 68-79 % кислотних забруднювачів, які надходять до неї, в тому числі за рахунок катіонно-обмінних реакцій 29-42 %, розчинних – 24-55 і нерозчинних органічних речовин – 16-34 % [10].

Оскільки в підстилці відбувається нагромадження техногенних викидів, вона є важливим біогеохімічним бар'єром, що запобігає забрудненню ґрунтів. У техногенній зоні комбінату "Печенганікель", де сумарне випадання сірки в 25 разів, а нікелю та міді більш як в 150 разів перевищує фон, а їх вміст у підстилці в радіусі до 25-35 км від нього майже на два порядки перевищує фон [9].

Зміна потужності лісової підстилки – один з найбільш помітних проявів порушення біологічного круговороту. Відзначається значне зростання запасу підстилки в лісових екосистемах внаслідок аеротехногенного забруднення довкілля. У сосново-дубово-буковому насадженні поблизу алюмінієвого заводу в Словаччині не тільки в 5,8 раза зростає запас, але й змінюється тип підстилки – від модермулевої до модергумусової [23]. Схоже аномальне нагромадження підстилки (більш як в 5 раз) встановлено Т.В. Черненковою і А.Н. Степановим [21] при забрудненні викидами чорної металургії.

У багатьох роботах відзначається 2-4-кратне збільшення потужності підстилки біля підприємств кольорової металургії, що викидають важкі метали і сірчистий ангідрид [2-4, 11, 18, 24-28, 30]. Тісну залежність між вмістом важких металів та потужністю підстилки встановлено Е.Л. Воробейчик [4]. Гальмування темпів розкладу як целюлози, так і підстилки більше як на 3 роки встановлено при техногенному забрудненні важкими металами [7].

Значне гальмування розкладу целюлози при забрудненні викидами оксидів азоту та сірки в районі Новгородського ВО "Азот" [7] відмічено тільки при найвищому рівні техногенного навантаження, в той же час з віддаленням від виробництва спостерігається прискорення деструкції навіть порівняно з фоном. Правда, ці автори провели дослідження тільки на трьох точках і не підтверджені вивченням розкладу підстилки. Схожу ситуацію відзначено в сосняках техногенної зони Черкаської промагломерації [1].

Вивчення надходження опадів і формування підстилки в техногенній зоні РВАТ "Азот" велося на постійних пробних площах (далі ППП), закладених в 70-ти річних соснових насадженнях у північно-східному напрямку від виробництва в період зниження рівня аеротехногенного забруднення (з серпня 1993 р. по серпень 1995 р.). У цей час вже почалося стабілізація стану деревостану і зменшилася передчасна дефоліація хвої внаслідок акумуляції фітотоксикантів. Для обліку надходження опадів на кожній ППП закладено по 10 облікових площадок площею 1 м². Зібраний опад розділяли за фракціями. Запаси підстилки та величину підстилково-опадного коефіцієнту (ПОК) як показника інтенсивності біокругообігу визначали згідно з методичними вказівками Л.Е. Родін, Н.И. Базилевич [16]. Розрахунок діахронічних показників для окремих шарів мінералізації підстилки велася за методикою, запропонованою Ю.М. Чернобаєм [22].

Внаслідок аеротехногенного забруднення в опаді та підстилці відбувається акумуляція сірко- та азотутримуючих інгредієнтів. Так, вміст сірки в техногенній зоні в опаді в 1,3-2,5, підстилці – в 1,6-2,2 раза більший, ніж на контролі (табл. 1). Дещо менша різниця по азоту – в опаді відповідно 1,10-1,57 і в підстилці 1,48-1,74.

Табл. 1. Вміст сірки та азоту у підстилці та опаді 70- річних сосняків техногенної зони РВАТ "Азот"

Відстань, км	Сірка				Азот			
	Підстилка		Опад		Підстилка		Опад	
	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
4	0,28	92	0,22	12	2,09	686	1,71	93
7	0,21	63	0,14	8	1,98	595	1,39	83
9	0,22	61	0,11	7	1,78	492	1,20	77
25	0,13	27	0,09	6	1,20	249	1,09	74

Сумарна вага опадів на ППП екологічного ряду змінюється від 5,41 до 6,79 тис. га/рік (рис. 1) і близька до величин, що встановлені іншими дослідниками [12, 17]. Найменше надходить опадів в найближче розташованому деревостані (на 26 % менше, ніж на контролі). Із віддаленням від РВАТ "Азот" його величина поступово зростає. Між сумарною величиною опадів і віддаллю до джерела забруднення (рис. 1), встановлено тісну кореляційну залежність ($R^2=0,75$). Різниця між окремими ППП екоряду є достовірною на 95 % рівні значимості ($t_{\phi} = 5,58-15,08$ при $t_{\text{теор}}=3,28$).

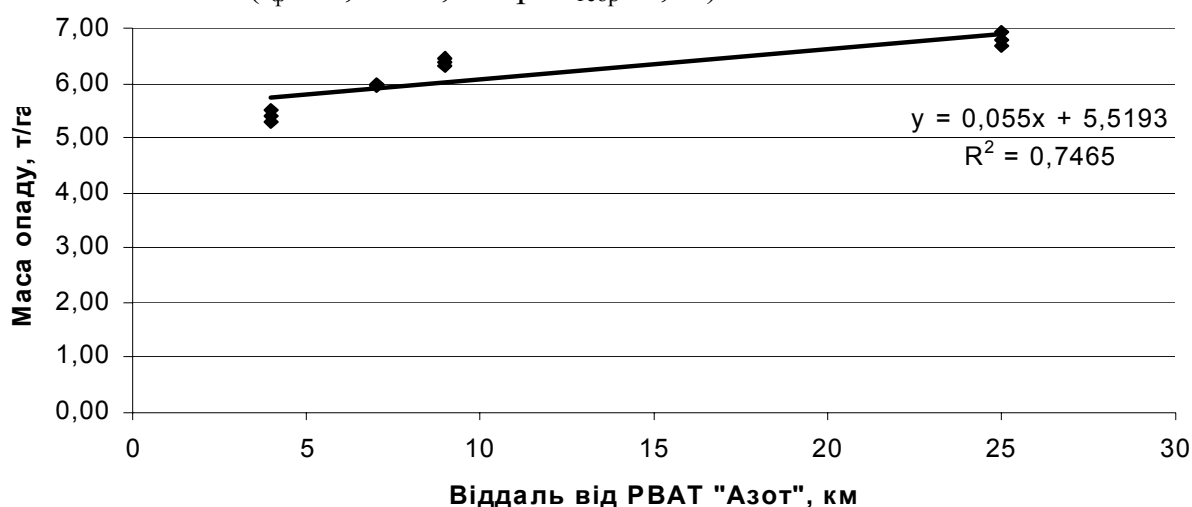


Рис. 1. Зміна загальної маси опадів в техногенній зоні РВАТ "Азот"

Активна частина становить 65-71 % від всієї ваги опадів. У ній переважає хвоя. Її щорічно надходить від 2,35 до 2,70 т/га (рис. 2), що становить 39-44 % від загальної величини опадів. Величина надходження хвої та її активної частини тісно пов'язані з величиною техногенного навантаження, тобто з віддаллю до джерела техногенного забруднення. У найбільш техногенно порушеному деревостані (4 км) її надходить на 15 % менше ніж на контролі. Між величиною надходження хвої та віддаллю до цього промислового виробництва, на момент проведення досліджень встановлено кореляційну залежність середньої тісноти. Однак достовірною є тільки різниця між найбільш пошкодженим сосняком (4 км від РВАТ "Азот") та іншими ППП екоряду. Різниця ж

між ППП екоряду на віддалі 7, 9 і 25 км є недостовірною. Очевидно, це є наслідком покращення росту та зниження рівня дефоліації деревостанів внаслідок зниження аеротехногенного забруднення.

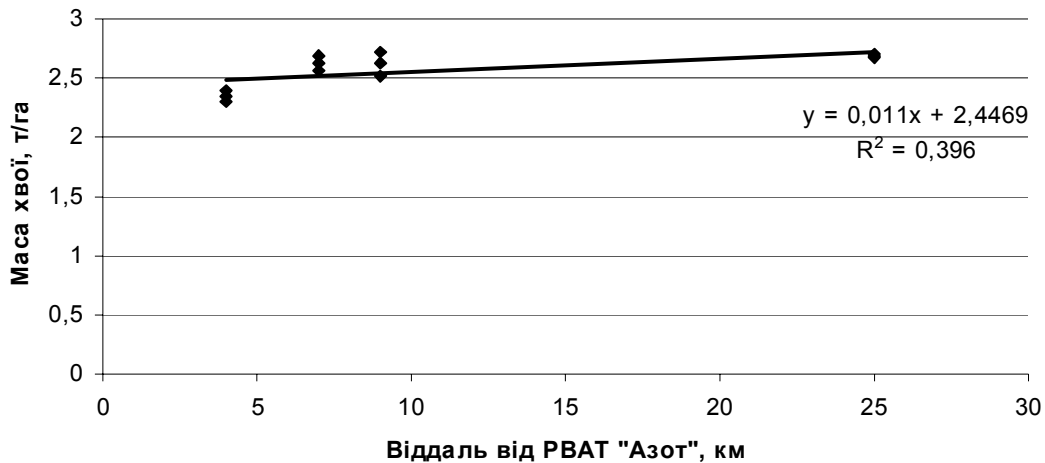


Рис. 2. Зміна величини опадів хвої сосняків техногенної зони РВАТ "Азот"

На пасивну частину припадає 29-35 % від загальної ваги опадів. В основному, це гілки (10-19 %) та шишки (9-11 %). Проте як сумарна, так і величина окремих її складових не пов'язана з віддаллю до РВАТ "Азот".

Листя становлять 22-29 % опадів сосняків у техногенній зоні. Щоправда, у найближчій до комбінату ППП (4 км) – це листя бузини, малини, трав'яного покриву (в основному нітрофільних видів), що потужно розвивалися після розрідження деревостану санітарними рубаннями. На інших ППП – це опад граба, дуба, липи й інших листяних порід, що поодинокі представлені в сосновому ярусі деревного намету чи підрості, а також підліску з ліщини, свидини та інших чагарників.

Активна частина, як вказувалося вище, домінує в загальній сумі опадів. В опаді, що збирався в серпні та жовтні, це домінування сягає 90 %, адже абсолютна більшість опадів хвої припадає саме на цей період. В інші періоди такої переваги немає, а в зимово-весняний період у сильно пошкодженому сосняку навпаки більш ніж на 20 % переважає пасивна частина. У всіх інших випадках співвідношення активної та пасивної частин є приблизно однакове, або є незначна перевага (не більше 10 %) тієї чи іншої фракції.

Для вивчення опадів в умовах забруднення важливим моментом є динаміка надходження хвої, адже саме передчасне осипання хвої внаслідок нагромадження летального рівня фітотоксикантів є одним із основних симптомів хронічного пошкодження сосняків викидами. В.І. Парпан [12] для сосни в Малому Поліссі встановив два максимуми опадів хвої: перший у період розпускання пагонів (травень-червень), другий – у кінці вегетаційного періоду. Ми теж встановили, що більшість хвої осипається восени (рис. 3). Проте техногенний вплив істотно змінює її надходження. Так, якщо на контролі частка осінньої хвої становить 55 %, то в найближче розташованому до РВАТ "Азот" соснякові тільки 39 %, а в сосняках в 7-9 км – 45 %. Водночас якщо літом на контролі осипається третина її, причому 17 % припадає на вказаний В.І. Парпаном [12] перший максимум (травень-червень), то в техногенній зоні – 36-46 %. І це при тому, що саме в цей час внаслідок значного па-

діння об'єму викидів РВАТ "Азот" стан сосняків стабілізувався, а в 1995 році відзначено навіть його покращення. У роки з посушливим літом дефіцит вологи також сприяє передчасному осипанню хвої, в тому числі та на контролі.

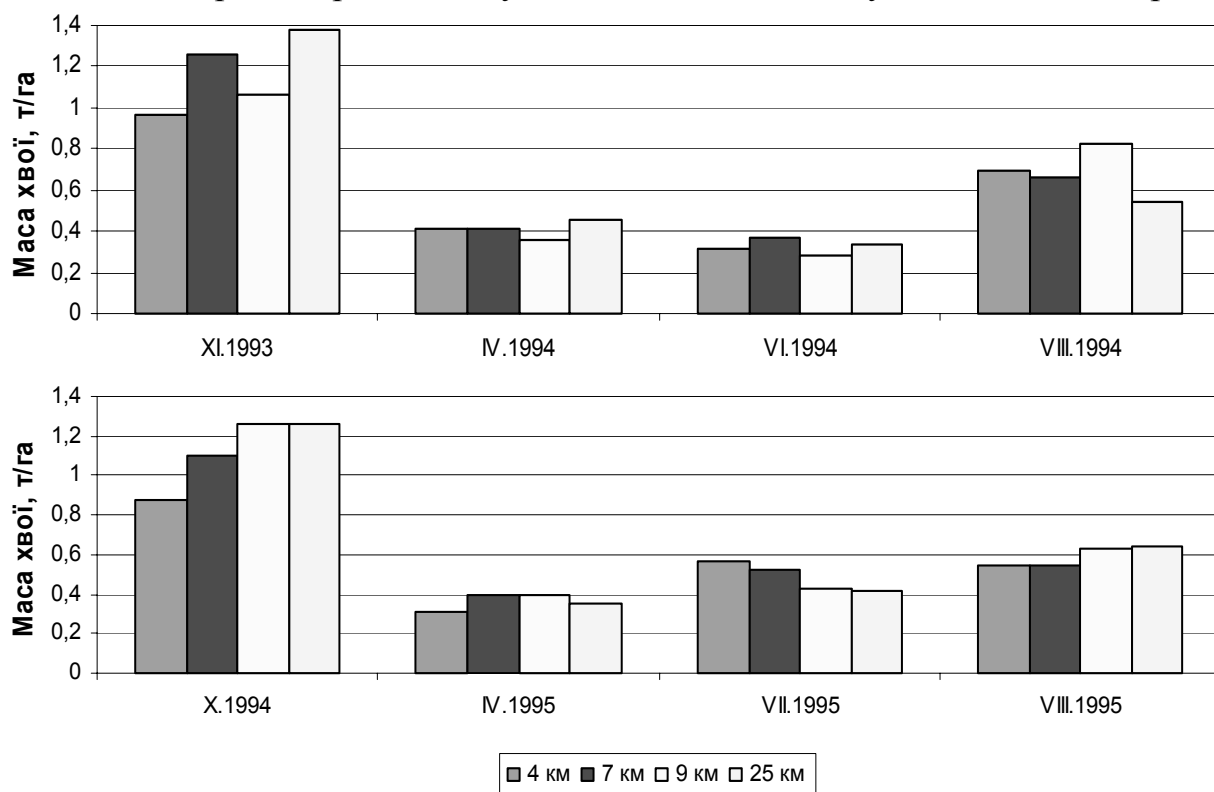


Рис. 3. Динаміка надходження опаду хвої в техногенній зоні РВАТ "Азот"

Підстилка в досліджуваних соснових насадженнях має складну будову. У ній добре виражені всі три шари мінералізації (L, F і H). Причому шар гуміфікації (H) має в два рази більший запас, ніж відповідно ферментативний (F) та опадовий (L) шари, які приблизно однакові за вагою. Згідно з класифікацією Ю.М. Чорнобая [22], ця підстилка може належати до акумулятивного типу, середньогумусного підтипу (модер), малопотужного роду з трьох шаровою вертикальною будовою.

Характерною особливістю підстилок у сосняках техногенної зони є те, що не зважаючи на зменшення величин надходження опаду з наближенням до РВАТ "Азот" спостерігається зростання запасу підстилки (табл. 2), що є свідченням аеротехногенного гальмування інтенсивності біотичного кругообігу речовин. Так, якщо на контролі її загальна маса становлять 20,75 т, то в сосняках на віддалі 9,7 та 4 км її відповідно в 1,33; 1,45 і 1,58 разів більше.

Табл. 2. Маса підстилки, опаду і підстилково-опадовий коефіцієнт у сосняках техногенної зони РВАТ "Азот"

Від- стань, км	Вага підстилки по горизонтам						Загальна вага, т/га		ПОК
	L		F		H		Підстилки	Опаду	
	т/га	%	Т/га	%	Т/га	%			
4	7,06	21,5	7,17	21,8	18,60	56,7	32,83	5,41	6,06
7	6,47	21,5	6,80	22,6	16,80	55,9	30,07	5,96	5,04
9	6,37	23,0	6,38	23,1	14,90	53,9	27,65	6,38	4,34
25	5,05	24,3	5,80	28,0	9,90	47,7	20,75	6,80	3,06

При цьому якщо в опадовому шарі (L) ця різниця становить відповідно 1,26; 1,28 і 1,39, в шарі ферментації (F) – тільки 1,10; 1,17 і 1,23, то в шарі гуміфікації (H) – 1,51; 1,70 і 1,88 разів. Тобто деструкція фітодетриту гальмується у всіх шарах мінералізації, але особливо сильно – в ланці гуміфікації. Про це також свідчить зростання частки шару H в загальній вазі підстилки. Так, якщо на контролі шари L: F: H співвідносяться як 1:1:2, то в техногенній зоні в радіусі до 7 км від "Азоту" – 1:1:2,6.

Зменшення ваги опадів та гальмування процесів деструкції детриту і як наслідок, нагромадження підстилки призводить до гальмування інтенсивності біокругообігу. На контролі величина підстилково-опадного коефіцієнта становить 3,06 (табл. 2). Тобто інтенсивність біокругообігу в ланці опад – підстилка оцінюється як загальмована [16]. Подібну ситуацію бачимо, якщо проаналізувати дані Є.В. Рябухи [17]. Тобто, для сосняків Полісся характерна загальмованість розкладу підстилки. Дія ж аеротехногенного забруднення довкілля посилює цей процес. У сосняку на віддалі 9 км від РВАТ "Азот" ПОК становить 4,34; 7 км – 5,04, а в 4 км – 6,06, тобто хід деструкції підстилки оцінюється як сильно загальмований.

Ще очевиднішими стають ці процеси при аналізі коефіцієнтів нагромадження та діахронічних показників окремих шарів мінералізації підстилки. На контролі (табл. 3) в опадовому та ферментативному шарах переважають процеси розкладу і тільки в шарі гуміфікації – нагромадження мортмаси. Проте вже в сосняку на віддалі 9 км від РВАТ "Азот" у верхніх шарах підстилки (L, F) $K \sim 1$, тобто процеси розкладу і нагромадження мортмаси тут урівноважені. Як і на контролі, в шарі гуміфікації переважають процеси надходження, але вони в 1,6 разів сильніші. У ближче розташованих до джерела емісії сосняках нагромадження фітодетриту повністю домінує у всіх шарах. Особливо воно виражене в шарі H. Так, у сосняку на віддалі 7 км воно в 2,0 а в найближче розташованому (4 км) в 2,4 сильніше, ніж на контролі.

Величина підстилково-опадного коефіцієнта для багатьох авторів має значення не тільки як показник інтенсивності біокругообігу. Так, П.С. Погребняк [15], приймаючи, що маса опадів дорівнює його річному надходженню, вважав, що ПОК дорівнює кількості років, за яку маса детриту підстилки розкладається. Тобто в сосняку на віддалі 9 км розклад підстилки іде протягом 4,34 року, тобто на 1,28 року більше, ніж на контролі, а в найближче розташованому сосняку цей процес іде довше аж на 3 роки. Проте таке визначення віку підстилки нехтує процеси розкладу підстилки. З іншого боку, тільки частина опадів буде лежати рік. Якщо розраховувати час існування опадів як середньозважену величину надходження і періоду його лежання то для досліджуваних сосняків вона становить 0,50-0,58 року (табл. 2). Тому більш точним є твердження Ю.М. Чернобая [22], що ПОК характеризує не час розкладу підстилки, а час формування існуючого запасу мортмаси.

На контролі (табл. 3) термін перебування мортмаси коливається від 0,37 до 0,54 року, а загальний час формування існуючого запасу (TM_H) становить 1,92, що в 1,6 разів менше, ніж ПОК. У техногенній зоні ці показники значно збільшуються. Особливо значний ріст характерний для шару H. Так,

час перебування детриту в (T_H) в сосняку в 4 км від РВАТ "Азоту" в 5,5, 7 км – 3,5 і 9 км – 2,3 рази довший, ніж на контролі. Загальний час формування запасу мортмаси (TM_H) на 0,9-3,0 року більше, ніж на контролі. Всі діахронічні показники по шарах мінералізації підстилки мають чітку тенденцію до зростання з наближенням до джерела забруднення. На всіх ППП величина сумарного часу існування підстилки менша від величини ПОК.

Табл. 3. Показники трансформації опаду та підстилки у соснових насадженнях техногенній зоні РВАТ "Азот"

Відстань, км	K_L	K_F	K_H	Вік опаду	T_L	T_F	T_H	TM_L	TM_F	TM_H
4	1,30	1,33	3,44	0,50	0,65	0,66	1,72	1,15	1,82	3,53
7	1,09	1,14	2,82	0,55	0,60	0,63	1,55	1,15	1,77	3,32
9	1,00	1,00	2,34	0,53	0,53	0,53	1,24	1,06	1,59	2,83
25	0,74	0,85	1,46	0,58	0,43	0,49	0,84	1,01	1,51	2,35

Примітки: K_L ; K_F ; K_H – коефіцієнти нагромадження; T_L ; T_F ; T_H – термін перебування в шарі мінералізації; TM_L ; TM_F ; TM_H – термін існування.

Висновки

Внаслідок акумуляції забруднювачів в опаді та підстилці сірко- та азотутримуючих інгредієнтів, в техногенній зоні РВАТ "Азот" відбувається гальмування інтенсивності біокругообігу. При цьому, з одного боку, зменшується надходження опаду і, перш за все, її основної складової активної частини – хвої, з іншого – зростає запас підстилки. І без того загальмована інтенсивність біокругообігу в ланці опад-підстилка, яка характерна для сосняків Полісся, в техногенній зоні РВАТ "Азот" в найбільш пошкоджені сосняку падає до рівня сильно загальмованої. Порушується динаміка надходження хвої – літом її осипається на 6-16 % більше. Цей процес особливо посилюється при дефіциті вологи посушливі періоди.

Природно, як опадовому, так і ферментативному шарам підстилки сосняків Полісся переважають процеси розкладу мортмаси, а в шарі гуміфікації – нагромадження. Однак вже в ослабленому сосняку на віддалі 9 км від РВАТ "Азот" у верхніх шарах підстилки процеси розкладу і нагромадження мортмаси урівноважені, а процеси надходження в шарі гуміфікації в 1,6 рази сильніші. У ближчє розташованих до джерела емісії сосняках накопичення фітотетриту повністю домінує у всіх шарах, але особливо воно виражене в найнижчому (Н) шарі.

У техногенній зоні значно зростає період перебування та сумарного часу існування підстилки. Особливо значне зростання періоду деструкції фітотетриту характерне для нижнього шару (Н) підстилки. Загальний час формування запасу мортмаси (TM_H) в техногенній зоні на 0,9-3,0 року більше ніж на контролі.

Література

1. **Випирайло О.В.** Екологічні особливості соснових насаджень в умовах хронічного аеротехногенного забруднення викидами Черкаської промислової агломерації/ Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. – Харків, 1994. – 23 с.
2. **Воробейчик Е.Л.** Изменение интенсивности деструкции целлюлозы под воздействием техногенной нагрузки// Экология. 1991, № 6. – С. 73-76.

3. **Воробейчик Е.Л.** Изменение мощности лесной подстилки в условиях химического загрязнения// Экология. 1995, № 4. – С. 278-284.
4. **Воробейчик Е.Л.** Реакция лесной подстилки и ее связь с почвенной биотой при токсическом загрязнении// Лесоведение 2003, № 2. – С. 32-42.
5. **Ворон В.П., Жалнін А.В.** Вплив аеротехногенного забруднення на структуру трав'яного покриву сосняків// Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України: Наукові праці Поліської АЛНДС. – Житомир. – 1998, вип. 5. – С. 114-119.
6. **Ворон В.П., Леман О.В., Целіщев О.Г.** Зміни просторової структури соснових деревостанів в наслідок забруднення атмосфери викидами Рівненського ВО "Азот"// Наук. вісник УДЛТУ: Зб. наук. техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2000, вип. 10.2. – С. 234-237.
7. **Гришина Л.А., Копчик Г.Н., Сапегина И.В.** Биологическая активность почв и скорость деструктивных процессов// В кн.: Влияние атмосферного загрязнения на свойства почв. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1990. – С. 81-94.
8. **Давидова Н.Д.** Лесная подстилка в зоне техногенного влияния// Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М.: Наука, 1983. – С. 54.
9. **Копчик Г.Н., Копчик С.В., Мурашкина-Миис М.А.** Химические свойства лесных подстилок в условиях атмосферного загрязнения// Лесоведение. – 2001, № 6. – С. 22-28.
10. **Копчик Г.Н., Силаева Е.Д.** Буферность лесных подстилок к атмосферным кислотным осадкам// Почвоведение. – 1995, № 8. – С. 954-961.
11. **Никонов В.В., Лукина Н.В.** Техногенная трансформация запаса подстилки в еловых биогеоценозах Крайнего Севера// Деградация и восстановление лесных почв. – М., 1991. – С. 174-184.
12. **Парпан В.И.** Опад, лесная подстилка и биокруговорот химических элементов в культурных лесных биогеоценозах Малого Полесья УССР/ Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Днепропетровск, 1977. – 20 с.
13. **Пастернак П.С., Ворон В.П.** Зміна лісових екосистем під впливом аеротехногенного забруднення// Укр. ботан. журн. – 1994, т. 51, № 1. – С. 54-60.
14. **Пастернак П.С., Ворон В.П., Мазепа В.Г., Приступа Г.К.** Изменение некоторых структурных особенностей лесного биогеоценоза в условиях аеротехногенного загрязнения окружающей среды// Экология, № 3 1990. – С. 7-13.
15. **Погребняк П.С.** Общее лесоводство. – М.: Колос. – 1968. – 440 с.
16. **Родин Л.Е., Базилевич Н.И.** Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. – М.-Л.: Наука, 1965. – 254 с.
17. **Рябуха Е.В.** Накопление лесной подстилки в насаждениях Украинского Полесья// Лесоведение. – 1972, № 1. – С. 26-34.
18. **Степанов А.М., Кабиров Р.Р., Черненко Т.В., Садыков О.Ф., Ханисламова Г.М., Некрасова Л.С., Бутусов О.В., Бальцевич Л.А.** Комплексная экологическая оценка техногенного воздействия на экосистемы южной тайги. – М.: ЦЕПЛ, 1992. 246 с.
19. **Україна: проблеми сталого розвитку/Під ред. Б.М. Данилишина, Е.М. Лібанової.** – К.: РВПС України НАН України, 1997. – 149 с.
20. **Учватов.** Роль лесной подстилки в трансформации геохимического потока веществ в лесной экосистеме// Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М.: Наука, 1983. – С. 199.
21. **Черненко Т.В., Степанов А.М.** Подстилка, как показатель нарушенности в результате техногенного воздействия// Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М.: Наука, 1983. – С. 207.
22. **Чорнобай Ю.М.** Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах. – Львів: вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
23. **Bublinec E.** Ekologicke vlastnosti povrchoveho humusupodyv priemyselnej oblasti.// - Lesnictvi, 27, 1981(7). – P. 635- 650.
24. **Freedman B., Hutchinson T.C.** Smelter pollution near Sudbury, Ontario, Canada, and effects of forest litter decomposition// Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems. N. Y.; L., 1980. P. 395^34. – P. 9-27.
25. **Grodzinski W., Greszta J., Laskowski R., Maryanski M., Rozen A.** Effect of the chemical composition of industrial dust on forest floor organic matter accumulation// Water, Air, and Soil Pollution. 1990. V. 53. P. 169-178.
26. **Jackson D.R., Watson A.P.** Disruption of nutrient pools and transport of heavy metals in a forested watershed near a lead smelter// J. Environ. Qual. 1977. V. 6. № 4. P. 331-338.

27. Jordan M.J., Lechavalier M.P. Effect of zinc smelter emissions on forest soil microflora// Can. J. Microbiol. 1975. V. 21. № 11. P. 1855-1865.
28. Strojan C.L. Forest leaf litter decomposition in the vicinity of a zinc smelter// Oecologia (Berl). 1978. V. 32. № 2. P. 203-212.
29. Swift M.J., Heal O.W., Anderson J.M. Decomposition in terrestrial ecosystem. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979. – 372 p.
30. Tyier G. The impact of heavy metal pollution on forests: a case study of Gusum, Sweden// Ambio. 1984. V. 13. № 1. P. 18-24.
31. Voron V.P. Aeral-technogenic soil transformation in the forest ecosystems of the Ukraine. In: Collection of papers by Ukrainian members European Society for soil conservation. – 1997/3. – P. 45-54.

УДК 577.112

Доц. Р.Т. Гут, канд. біол. наук;
мол. наук. співроб. В.А. Ковальова – УкрДІТУ

ДЕФЕНЗИНИ ЯК ФАКТОР РЕЗИСТЕНТНОСТІ РОСЛИН ДО БІОТИЧНОГО СТРЕСУ

Біотичний стрес викликає інтенсивне нагромадження в інфікованих тканинах патогеніндукованих білків, одними з яких є дефензини. У цій роботі подано характеристику будови, біологічної активності, молекулярних механізмів дії та перспективи використання рослинних дефензинів.

Doc. R.T. Gout; researcher V.A. Kovalyova – USUFWT

Defensins as the factor of a resistance of plants to a biotic stress

The biotic stress causes intensive accumulation of pathogenesis-related (PR) proteins in the infected tissues. Defensins is one of groups of PR proteins that have antifungal and antimicrobial activities. In this review the characteristic of a structure, biological activity, molecular mechanisms of action and the future trends of use of the plant defensins is described.

Вступ

Протягом усього свого еволюційного розвитку живі організми захищали себе від різноманітних патогенів. Внаслідок цього виникли сигнальні механізми для реалізації реакцій відповіді на біотичний стрес і пройшов відбір найбільш ефективних засобів захисту. Інфікування патогенними організмами рослини включає різні сигнальні системи, які сприймають, примножують та передають сигнали з поверхні рослинної клітини, де відбувається розпізнавання патогена, до генетичного апарату клітини, де активується експресія захисних генів. Це дає змогу рослинному організму організувати як структурний, так і хімічний захист від діючого чинника. При вивченні особливостей впливу патогенів було виявлено інтенсивне нагромадження в інфікованих тканинах так званих патогеніндукованих білків (PR) [1]. Ці захисні білки поділяються на декілька груп залежно від біологічної активності та структурної гомології. Представники першої групи є учасниками сигнальних мереж, задіяних в передачу сигналу в ядро клітини, другої – обмежують живлення патогенів. Третя група патогеніндукованих білків каталізує утворення низькомолекулярних рослинних антибіотиків – фенілпропаноїдних або терпеноїдних фітоалексинів. Представники четвертої групи каталізують реакцію