

Табл. 3. Швидкість ґрунтоутворення під захисно-декоративними насадженнями різного типу

№ з/п	Тип насадження	Товщина ґрунтового профілю, см		Швидкість ґрунтоутворення, мм/рік
		разом	у т.ч. гумусового горизонту	
2	Деревно-кущовий	23	5	1,85
5	Деревно-тіньовий	15	4	1,53
13	Деревно-кущовий	20	7	2,18
14	Деревно-тіньовий	18	5	1,56
15	Деревний з густим підліском	22	4	1,25
16	Деревний з рідким підліском	19	3	0,93

Аналіз наведених вище даних (табл. 1-3) дає підстави стверджувати, що у захисно-декоративних насадженнях із пануванням у складі акації білої лісові підстилки формуються малопотужні, двошарові середньо гумусові ферментативні підстилки при умові добре розвинутого третього ярусу з підліску чи підросту. Запаси підстилки, як і швидкість її розкладу, завжди більші у насадженнях на схилах північної експозиції. Інтенсивність біокругообігу у системі ліс-ґрунт становить 6 балів і належить до середньо продуктивного загальмованого з утворенням лісового гумусу типу модер. Під захисно-декоративним насадженням за наявності підстилки активно іде ґрунотвірний процес. Найбільш інтенсивно приростання біогенного горизонту відбувається у деревно-кущових типах насаджень.

Література

1. Базалевич Н.И., Родин Л.Е. Типы биологического круговорота зольных элементов и азота в сосновых природных Северного полушария// Генезис, классификация и картография почв СССР/ Доклады по 8 Международному конгрессу почвоведов. – М., 1964 – С. 134-146.
2. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 263 с.
3. Родін Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические рекомендации к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. – Л.: Наука, 1967. – 143 с.
4. Смольянинов И.И. Биологический круговорот химических элементов между почвой и растениями в лесу и проблема его интенсификации: Автореф. дис. д-ра. с.-х. наук. – Харьков, 1989. – 33 с.
5. Чорнобай Ю.М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах. – Львів: ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.

УДК 630*425

Доц. В.Г. Мазена¹, канд. с.-г. наук – УкрДЛТУ

ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВІ ЧИННИКИ ДЕГРАДАЦІЇ ШПИЛЬКОВИХ ЛІСІВ ЗА УМОВ АЕРОТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

За результатами літературних і власних даних обговорюються головні причини деградації шпилькових лісів в умовах техногенного забруднення довкілля. Показано, що деградація шпилькових насаджень зумовлена комплексом несприятливих екологічних чинників.

Ключові слова: аеротехногенне забруднення, деградація лісу, стан, антропогенні чинники.

¹ член.-кор. ЛАНУ, ст. наук. співроб., доц. кафедри лісівництва УкрДЛТУ, м. Львів. Т.р.: 233-96-05; т. д.: 293-19-78.

Causes and consequences of conifers degradation under technogenions air pollution

The main causes of conifers degradation under technogenions air pollution according to literary and own results are discussed. Conifers degradation conditioned by unfavourable ecological causes complex is presented.

Keywords: aerotechnogenic pollution, degradacion forest, condition, antropogenic processes.

Розглядаючи основні чинники деградації лісів, необхідно відзначити, що термін "деградація лісу" означає зменшення приросту на одиницю площі в насадженнях з ознаками втрат і знебарвлення листя (хвої). Відпад, який спричинений надмірною повнотою деревостану, не вважається складовою частиною процесу деградації.

Метою досліджень було вивчення причин деградації шпилькових насаджень за результатами літературних джерел та проведення стаціонарних польових досліджень. Об'єктами досліджень були шпилькові насадження, що зростають в умовах техногенного забруднення атмосфери в зоні дії викидів Рівненського ДХП "Азот", а також насадження, котрі зростають поза зонами техногенних впливів в умовах Західного Полісся України. Для вивчення стану насаджень та їх продуктивності застосовували сучасні методи досліджень [8, 10].

Більшість сучасних гіпотез про деградацію лісів базується на результатах натуральних обстежень, глибокі експериментальні дослідження, практично не проводились. Тому порівнювати результати окремих спостережень досить важко хоча б тому, що пошкодження лісів спричинено не якимось одним механізмом, а взаємовпливом цілого ряду чинників антропогенного та природного походження.

Результати п'ятирічних досліджень смерекових насаджень, проведених Е.-Д. Шульце [11] в горах північно-західної Європи, свідчать, що вплив газоподібних викидів, вміст яких перевищував допустимий рівень, не призвів до зменшення інтенсивності фотосинтезу. Відтак шкода, заподіяна одними лише полутантами є частковою, а забруднення не є головною причиною деградації смерекових лісів.

Проте, результати багаторічних експериментів із застосуванням газациї (обкурювання) свідчать про те, що навіть мала кількість двоокису вуглецю, яка виділяється в атмосферу під час експлуатації устаткування, працюючого на вугіллі, негативно впливає на тривалість періоду фотосинтетичної активності хвої [1, 3, 7]. Відомо також, що лісові насадження, котрі зростають в різних ґрунтово-кліматичних умовах або в різних вікових станах неоднаково реагують на вплив того чи іншого екологічного чинника, наприклад забруднення повітря чи ґрунту, вітру, опадів, засухи, шкідників, патогенних організмів тощо. Водночас, довготривалий вплив забруднення повітря на лісостани у природних умовах є наслідком як безпосереднього або прямого впливу газоподібних забруднюючих речовин так і непрямого впливу через окремі елементи лісових екосистем, зумовленого змінами стану та функціонування цих елементів під дією забруднюючих речовин [9]. Іони, які містяться в краплях дощу, туману,

ну чи в аерозольних частинках, впливають на хід поглинання газоподібних речовин листям і на буферні процеси, які проходять у ґрунті. Режим живлення рослин, що проходить у ґрунтах і надземних компонентах лісостану, перебуває в тісному кореляційному зв'язку з поточним поступленням забруднювачів із атмосфери, а також із їх кількістю, що поступово накопичується.

Кожний конкретний буферний механізм характеризується специфічним інтервалом значень рН. Карбонат кальцію, який міститься в ґрунтовому розчині, володіє буферністю при значеннях рН від 6,2 до 8,6 [5]. Після виснаження цього "резерву" починається буферна дія обміну, яка може продовжуватись доти, поки значення рН зменшиться до 4,2. При цьому глинисті мінерали дедалі інтенсивніше обмінюють катіони на іони водню. Ємність обміну катіонів і значення рН зменшується, відбувається вилугування основ. Головними реагентами стають обмінні катіони алюмінію, які поступають з силікатів. В цих межах значень рН відбувається підкислення ґрунту до рівня нижче 4,2, при якому іони алюмінію переходять у ґрунтовий розчин.

У зв'язку із поступленням токсичних речовин з атмосфери, за останні роки на великих територіях Центральної Європи зростає кислотність ґрунту. Викиди двоокису сірки, окислів азоту і озону спричиняють безпосередній і кумулятивний вплив на листя. Хвороботворні організми при цьому відіграють другорядну роль [11].

В історичному аспекті процес деградації лісів, який проходить у Центральній Європі через випадання забруднених опадів, К. Куусела [5] ділить на три етапи. На першому етапі, з 1870 по 1900 рр., відбувалося підкислення ґрунту сіркою. На другому етапі, з 1900 по 1960 рр., випадаючий з опадами азот безперервно накопичувався у ґрунті і спочатку відігравав роль добрива, підвищуючи продуктивність лісів. На третьому етапі, з 1960 р. до сьогоднішнього часу, інтенсивність випадання нітратів і амонію з опадами зросла і продовжує зростати експоненціально. Деревя віддають перевагу засвоєнню амонію, тому в ґрунтовому розчині виникає надлишок нітратів. Зв'язані таким чином нітрати не можуть бути повністю засвоєні рослинністю, що призводить до пониження значень рН. Надлишок азоту вилугується разом з сульфатами, в результаті чого зменшується співвідношення кальцію і магнію до алюмінію. Ріст хвої стимулюється засвоєнням азоту з атмосфери. Сумарний вміст амонію і нітратів, як вважає К. Куусела [5], став причиною появи симптомів деградації смеречників у кінці 70-их років.

В умовах аеротехногенного забруднення ступінь пошкодження насаджень залежить, перш за все, від хімічного і агрегатного складу забруднюючих речовин, їх концентрації і терміну дії [1, 3, 7], а також від лісівничо-таксаційних показників лісостанів [9, 10]. Залежно від концентрації і терміну дії фітотоксикантів, розрізняють два типи ушкоджень: гострий і хронічний. Гострий відзначається при короткочасній дії, хронічний – при низьких концентраціях, але довготерміновому періоді експозиції. Проте, кризові ситуації для пошкодження насаджень постають не тільки при екстремальному рівні забруднення, але й при більш низькому, коли виникають синергетичні впливи різних негативних факторів або у критичні періоди онтогенезу рослин [1, 4].

Ослаблення і всихання соснових і смерекових насаджень від гострого та хронічного отруєння аварійними викидами Рівненського ДХП "Азот" весною 1979 р. ми вивчали впродовж 1980-90 рр. [6, 9]. Встановлено, що ступінь ушкодження лісостанів внаслідок гострого їх отруєння забруднюючими речовинами залежить від лісівничо-таксаційних показників лісостанів. Більш старші, зріджені і чисті деревостани пошкоджуються сильніше. Динаміка всихання соснового деревостану (вік 45 років, 10С, середня висота 26 м, середній діаметр 29 см, повнота 0,9, тип лісорослинних умов С₂) показано в табл. 1. Інтенсивне відпадання дерев, внаслідок їх гострого пошкодження після аварійного промвикиду, тривало два роки, потім знизилося. В рік ушкодження дерева ксилофагами не заселялися, а в наступний рік ними було заселено відносно малий відсоток дерев. У подальші роки інтенсивність деградації знизилась, проте всі всихаючі дерева заселялись ксилофагами. Із стовбурових шкідників провідна роль щодо всихання сосняку належала синій сосновій златці та сосновим лубоїдам.

Табл. 1. Динаміка всихання соснового насадження, пошкодженого промисловими викидами весною 1979 року [10]

Рік	Відпад дерев, %	Кількість дерев, заселених ксилофагами, від загальної кількості всохлих, %	Трапляння ксилофагів, %					
			Великий сосновий лубоїд	Малий сосновий лубоїд	Синя соснова златка	Смугастий деревинник	Сірий довговусий вусач	Рибистий рагий
1980	31,5	53,6	28,3	3,6	25,0	10,7	21,5	28,6
1981	12,4	100	56,2	9,1	90,9	9,1	18,2	100
1982	3,4	100	40,0	6,7	96,7	10,0	16,7	100
1983	4,5	100	35,0	10,0	90,5	5,0	15,0	100

Індекс стану даного насадження на п'ятий рік після гострого пошкодження становив 4,7 од. Ріст за висотою у життєздатних дерев припинився і почали формуватися округлі з приплюснутими вершинами крони. Цьому сприяло також підстригання дерев лубоїдами, внаслідок додаткового живлення молодих жуків.

Всихання смерекових насаджень, які зростали поряд з сосновими, проходило значно інтенсивніше і швидше, внаслідок чого їх розпад завершився на наступний рік після гострого пошкодження.

При хронічному типі пошкодження соснових насаджень доцільно відзначити певну закономірність щодо динаміки їх стану, зумовлену довготривалим впливом низьких концентрацій фітотоксикантів. Опираючись на результати власних досліджень [6, 9] та інших авторів [10] можна виділити чотири фази реагування деревостанів на вплив забруднення довкілля, а саме – накопичення токсичних речовин тканинами дерев, початку всихання, кульмінації всихання, зниження темпу всихання. Довготривалість перерахованих фаз залежить від темпів зниження концентрації токсикантів в атмосфері по змозі віддалення від джерела забруднення, гідрометеорологічних умов, рельєфу та біотичних чинників. Так, окремі соснові насадження Клеваньського ДЛГ, які перебувають у фазі зниження темпу всихання, в теперішній час

ушкоджені пильщиком, кореневою та сосною губкою. Відтак, площа сосняків, ушкоджених збудниками хвороб і ентомошкідниками, за останні 20 років зменшилась у два рази. Це дає змогу стверджувати, що найбільшої шкоди від несприятливого впливу біотичних чинників соснові насадження зазнавали у фазі всихання високого темпу.

Залежність стану шпилькових лісів від ряду антропогенних і біогенних чинників підтверджується відповідними матеріалами, отриманими внаслідок запровадження в Україні, починаючи з 1990 р., системи моніторингу лісів. Приміром за один рік у Рівненській області, внаслідок зміни рівня ґрунтових вод після меліорації, загинуло 101,3 га лісу, від хвороб – 77 га, від лісових пожеж – 38 га, від пошкодження дикими тваринами – 25 га [2]. З цих даних видно, що згадані чинники не створюють істотної загрози для лісових насаджень. Проте, внаслідок антропогенної діяльності (значне забруднення довкілля), кількість здорових шпилькових дерев становить 59 % від загального числа, частка дерев із слабким і середнім ступенем ушкодження відповідно становить 36 і 5 %. Частка ослаблених дерев щорічно прогресує. Станом на 2002 р. майже всі смерекові насадження віком старше 40 років є ослабленими і навіть всихаючими. Тільки в одному Верхівському лісництві Острозького ДЛГ за 1999-2000 рр. було вирубано біля 40 га смерекових насаджень. Причинами всихання були кореневі гнилі. Але на нашу думку, потенційне ослаблення насаджень зумовлено порушенням нормального буферного механізму у ґрунтах, внаслідок поступлення з опадами нітратів і амонію, про що вже говорилося. Головною передумовою летальності впливів різних біотичних та абіотичних чинників, як виявляє Ю.З. Кулагін [4], виступає передуюче ослаблення життєдіяльності з диспропорціями між кроною і кореневою системою впродовж довготривалого періоду часу. Відтак, автор виділяє десять способів захисту онтогенезу деревних рослин, що свідчить про використання надто різних шляхів пристосувань до екстремальних умов довкілля.

З інших антропогенних чинників, що посилюють деградацію шпилькових насаджень є лісогосподарські заходи, які здійснюються інколи з порушенням вимог та правил їх проведення. Це, в головному догляді, санітарні та головні рубання лісу. Так, проведення надмірних санітарних рубань впродовж вісімдесятих років для ліквідації наслідків інтенсивного всихання, викликаного гострим та хронічним пошкодженням деревостанів, зумовило зниження середнього фактичного запасу середньовікових і старих соснових насаджень на 1-141 м³ на 1 га (табл. 2). А запаси насаджень у віці головної рубки, порівняно із запасами еталонних насаджень знизились у 1,5-2,0 рази. Зменшення запасів насаджень, з п'ятого класу віку за період між лісовпорядкуванням 1979 і 1989 рр., є характерним для всіх типів лісу за винятком мокрого дубового субору, в якому падіння запасів спостерігається з IX класу віку. Найбільш істотне зниження запасів середньовікових і пристигаючих насаджень відзначене в умовах свіжого грабово-дубово-соснового сугруду. Не дивлячись на зниження у дев'яностих роках промислових викидів в атмосферу до гранично допустимого рівня, ця ж тенденція спостерігалась також для майже всіх класів віку даного типу лісу у 1999 році. Водночас, у насадженнях

всіх груп віку вологого сугруду, окрім XIX-XX класів, у 1999 році відзначено збільшення середнього запасу на 1 га, що свідчить про різну стійкість лісостанів у різних типах лісу до антропогенного впливу та неоднакову їх здатність відновлювати ріст після дигресивних змін.

Табл. 2. Динаміка запасів деревини у різних типах лісу залежно від віку насаджень (Клеваське лісництво)

Тип лісу	Рік лісо-впорядкування	Середній фактичний запас деревини (м³/га) за класами віку														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-XII	XII-XIV	XV-XVI	XVII-XVIII	XIX-XX
В ₂ ДС	1979	16	90	136	160	251	290	—	370	—	—	—	—	—	—	—
	1989	11	41	141	206	237	263	—	—	355	338	—	—	—	—	—
	1999	—	—	136	261	285	302	347	—	—	374	—	—	—	—	—
В ₃ ДС	1979	20	73	111	170	223	267	296	340	—	—	—	—	—	—	—
	1989	—	68	126	185	216	247	289	—	280	—	—	—	—	—	—
	1999	12	—	82	225	316	346	322	377	—	—	—	—	—	—	—
В ₄ ДС	1979	—	38	73	82	97	133	159	163	212	177	—	—	—	—	—
	1989	—	—	46	116	120	143	180	164	164	111	168	—	—	—	—
	1999	—	—	107	79	236	—	120	181	106	174	188	—	—	—	—
С ₂ ГДС	1979	14	85	128	158	304	238	340	390	380	349	358	381	391	—	229
	1989	—	79	147	206	208	306	240	259	313	338	337	349	379	361	328
	1999	—	30	108	233	290	272	335	282	295	274	343	319	353	244	260
С ₃ ГДС	1979	26	67	125	199	279	259	289	335	369	418	422	—	—	260	—
	1989	15	52	125	197	245	228	300	324	299	350	281	—	261	—	236
	1999	—	58	139	207	288	310	337	338	359	334	290	310	276	250	169

Зменшення запасу насаджень на 1 га за класами віку у період кульмінації всихання (1979-89 рр.), а також в період зниження темпу всихання (1989-99 рр.), досить нерівномірне. Середньорічні темпи падіння становили 0,1-3,7 % (табл. 3). У соснових насадженнях свіжих та вологих суборів цей спад більш рівномірний (0,2-0,9 %), що в якійсь мірі можна пояснити більшою їх стійкістю до несприятливих чинників росту. У сугрудових типах лісу більш консервативними і стійкими до впливу забруднення та господарської діяльності виявились мішані насадження вологого грабово-дубово-соснового сугруду, в яких темпи зміни запасів деревини, станом на 1999 рік, були додатніми.

Порушення структурно-функціональної організації лісостанів в умовах аеротехногенезу посилюється також негативним впливом зростаючого рекреаційного навантаження та процесів урбанізації. Загалом, деградація шпилькових лісів, як багатофункціональних екосистем в умовах аеротехногенного забруднення, зумовлена комплексом несприятливих абіотичних, біотичних та антропогенних чинників, поєднаних з критичними періодами у рості і розвитку лісостанів. Сукупна дія на лісові екосистеми всіх негативних чинників, повинна стати концептуальною основою розробки локальних систем ведення господарства в антропогенно пошкоджених лісах.

Табл. 3. Середньорічні темпи зміни запасів деревини на 1 га у різних типах лісу залежно від віку насаджень (Клеванське лісництво)

Тип лісу	Темпи зміни запасів (%) за класами віку													
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-XII	XII-XIV	XV-XVI	XVII-XVIII	XIX-XX
1979-88 рр.														
B ₂ ДС	-5,4	0,4	2,9	-0,6	-0,9	—	—	—	—					
B ₃ ДС	-0,7	1,4	0,9	-0,3	-0,8	-0,2	—	—	—					
B ₄ ДС	—	-3,7	4,1	2,4	0,8	1,3	0,1	-2,3	-3,7	—				
C ₂ ГДС	-0,7	0,7	3,0	-3,2	2,9	-2,9	-3,4	-1,8	-0,3	-0,6	-0,8	-0,3	—	4,3
C ₃ ГДС	-2,2	0,0	-0,1	-1,2	-1,2	0,4	-0,3	-1,9	-1,6	-3,3	—	—	—	—
1989-99 рр.														
B ₂ ДС	—	-0,4	2,4	1,8	1,3	—	—	—	1,0					
B ₃ ДС	—	-3,2	2,0	4,2	3,6	1,0	—	—	—					
B ₄ ДС	—	12,1	-2,9	8,8	—	-3,0	0,9	-3,2	5,1	1,1	—	—	—	—
C ₂ ГДС	-5,6	-2,4	1,2	3,5	-1,0	3,6	0,8	-0,5	-1,7	0,2	-0,8	-0,6	-2,9	-1,9
C ₃ ГДС	1,0	1,0	0,5	1,6	3,3	1,1	1,1	0,4	0,3	0,3	—	0,6	—	-2,6

Література

1. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. — М.: Мир, 1979. — 200 с.
2. Зібцев С.В. Моніторинг лісів Рівненщини (1990-1991 рр.)// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть. — 1992, № 4. — С. 17-18.
3. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. — К.: Наук. думка, 1978. — 246 с.
4. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование. — М.: Наука, 1985. — 118 с.
5. Куллерво Куусела Динамика бореальных лесов. Хельсинки: Репола, 1991. — 210 с.
6. Мазепа В.Г. Сучасний стан лісових насаджень в умовах техногенезу// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть. — 1989, № 4. — С. 9-10.
7. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. — Новосибирск: Наука, 1979. — 280 с.
8. Остапенко Б.Ф., Герушинский З.Ю. Типологический анализ лесов// Экология, 1975, № 3. — С. 36-41.
9. 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. — 1990, № 3. — С. 7-13.
10. Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. — М.: Агропромиздат, 1989. — 239 с.
11. Schulze E.-D. Air Pollution and Forest Decline in a Spruce (Picea abies) Forest. — Science, 1989, Vol. 244. pP. 776-783.

УДК 630*:630*165

Аспір. Г.А. Насевич – Інститут лісу НАН Білорусі

ПОПЕРЕДНІ РЕЗУЛЬТАТИ СЕЛЕКЦІЙНОГО ВІДБОРУ ДЕРЕВ
ТА НАСАДЖЕНЬ LARIX В БІЛОРУСІ

Наведено результати інвентаризації і селекційного відбору плюсових дерев та насаджень модрина в Білорусі. В ході селекційної оцінки відібрано 74 плюсових дерев *Larix decidua* Mill, 17 плюсових дерев *Larix sibirica* Ldb та одне плюсове насадження *Larix decidua* Mill. Надалі роки планується продовжити селекційний відбір модрина в інших регіонах країни.

Ключові слова: модрина, селекційна інвентаризація, постійна лісонасіннева база, плюсові дерева та насадження.