



СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ДЕРЕВОСТАНІВ ЯЛИНОВИХ (*PICEA ABIES* (L.) H. KARST.) ЛІСІВ ГОРГАН, ЯКІ ВСИХАЮТЬ

Глобальні кліматичні зміни спричинили масове всихання ялинових лісів Українських Карпат, які до початку XXI ст. мали найбільші площі в регіоні. Горгани є найбільш кам'янистим гірським хребтом Українських Карпат і тому всихання ялини тут має свої особливості, які ще недостатньо вивчені. Інвентаризація постійних дослідних об'єктів у всихаючих ялиниках Горган свідчить про складну їх структуру (переважно триярусну) і стрімке збільшення частки ялиці білої (*Abies alba* Mill.) – від 5-10 до 80 % та появу бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) – до 15 % в їх породному складі в основних типах лісу. Продуктивність деревостанів цих лісів визначається типом лісу, але значний вплив також мають лісівничі заходи через зменшення повноти деревостану. Частка сухоостою від запасу деревини в експлуатаційних лісах Горган змінюється від 1 до 6 %, тоді як у лісах, де не проводять рубки, цей показник досягає 25 %. З пошкоджень дерев ялини найчастіше фіксували сухі сучки у кроні, зламані верхівки та короїди. Найтісніший кореляційний зв'язок з відсотком пошкоджених дерев має клас їх життєвості ($r = 0,62$), а з інтенсивністю пошкоджень – теж клас життєвості ($r = 0,61$) та клас лісівничої цінності ($r = 0,52$). Вікова динаміка показників пошкодження ялини має незначну тенденцію до спадання, але коефіцієнти детермінації вказують на низьку достовірність її апроксимації. За умов вологої буково-смерекової суяличини ялицево-ялинові культури на крутих схилах і щербених ґрунтах без проведення санітарних рубок формуються ялинові деревостани з участю ялиці, берези і бука, які до 120 років не втрачають ялину в першому ярусі. На пологіх схилах цього типу лісу в таких деревостанах з проведеними вибірковими санітарними рубками частка ялини зменшується до кількох одиниць, а зате збільшуються частки ялиці та бука. Встановлено, що особливості всихання (формування) ялиників Горган визначають способи та інтенсивність здійснення лісівничих заходів. Запропоновано для збереження ялини на крутих і дуже крутих схилах та в не експлуатаційних лісах обмежити проведення рубок, а вирощування товарної деревини ялини зосередити у смерекових типах лісу з мінімізацією механічних пошкоджень дерев. Потрібно забезпечити достатню густоту лісових культур ялини, щоб врахувати її всихання.

Ключові слова: типи лісу; лісові культури; породний склад; сухостій; пошкодження; лісівничі заходи.

Вступ / Introduction

Стрімке погіршення стану ялинових (*Picea abies* (L.) H. Karst.) лісів регіону Українських Карпат розпочалося після 2003 р., який відомий першим в цьому столітті максимально теплим літом в Європі, в похідних ялиниках Сколівських Бескид. До 2010 р. всихання ялиників стало масовим і тому було предметом розгляду на виїзних колегіях Міндовкілля та Держлісагентства України, обласних управлінь лісового і мисливського господарства. Українські вчені причинами цього явища називають глобальне потепління, яке сформувало критичні для ялинових лісів гідрологічні умови і часті стихійні явища та стимулювало інтенсивніший розвиток шкідників і хвороб ялини [1, 5, 7, 11]. Зарубіжні вчені підтверджують факти масового всихання ялиників у країнах Європи та акцентують увагу на незворотності цього явища [2, 3, 10, 14]. Це означає, що ведення лісового господарства в ялиниках Карпат, які всихають, повинно базуватися на лісівничих заходах, які враховували б особливості формування деревостанів за різних лісорослинних і господарських умов. Тому встановлення закономірностей всихання ялиників та підбір пер-

спективних лісівничих заходів є актуальною проблемою для лісового господарства регіону.

Об'єкт досліджень – всихаючі деревостани ялинових лісів Горган.

Предмет досліджень – закономірності зміни всихаючих ялиників Горган за типами лісу та роль лісівничих заходів у підвищенні стійкості ялиників.

Мета роботи – встановити тенденції у змінах деревостанів ялиників Горган під час їх всихання за основними типами лісу, для обґрунтування перспективних лісівничих заходів з відновлення лісового вкриття Горган та підтримання стійкості ялиників.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: проаналізувати структуру всихаючих ялиників за типами лісу та встановити закономірності їх формування; вивчити ефективність лісівничих заходів у збереженні ялини.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше для Горган за типами лісу встановлено тенденцію до збільшення часток ялиці до 8, а бука до 2 одиниць та відповідного зменшення частки ялини. Удосконалено рекомендації щодо лісівничих заходів у всихаючих ялиниках в напрямі зменшення пошкод-

Інформація про автора:

Зейналян Артур Мелікович, аспірант, кафедра лісового і аграрного менеджменту. Email: artur90y@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Зейналян А. М. Структурні зміни деревостанів ялинових (*Picea abies* (L.) H. Karst.) лісів Горган, які всихають. Науковий вісник НЛТУ України. 2021, т. 31, № 6. С. 35–40.

Citation APA: Zeinalian, A. M. (2021). Structural changes of declining Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) forests in the Gorgany Mountains. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(6), 35–40. <https://doi.org/10.36930/40310604>

жень дерев під час проведення рубок та збільшення густоти лісових культур ялини до 5 тис. шт./га.

Практична значущість результатів дослідження – застосування запропонованих лісівничих заходів дасть змогу відновити стійкі і продуктивні ліси в Ґорґанах та зберегти ялинники, що ще не всохли.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У Ґорґанах всихання ялинників з 2011 по 2020 рр. охопило близько 13 % лісового фонду регіону [6], а поширення цих процесів найбільше залежить від таких чинників, як: висота над рівнем моря, крутизна й експозиція схилів, тип деревостану, частка ялини у породному складі [8]. У роботі [11] зазначено, що масове всихання ялинових лісів Українських Карпат в останнє десятиріччя вже у найближчому майбутньому зумовить дефіцит ялинової деревини, яка зараз є майже безальтернативною для різних галузей промисловості. Тому, актуальним є прогнозування площі та запасів ялини як з наукових позицій, так і для підприємств лісового господарства. Реакцією на такі катастрофічні явища в лісовому господарстві Українських Карпат стала підготовка рекомендацій з ведення лісового господарства в ялинових лісах регіону [7, 12, 13]. Досі основними лісівничими заходами у всихаючих ялинниках є вибіркові і суцільні санітарні рубки та очищення їх від захаращеності [1, 6, 12]. Водночас в інших європейських країнах широко застосовують лісівничі заходи для відновлення лісів на місці втрачених ялинників та для підтримання стійкості ще не втрачених деревостанів [4, 14]. Отже, в науковій літературі практично немає актуальних досліджень, які обґрунтовують лісівничі заходи для всихаючих ялинників Ґорґан.

Матеріали та методи дослідження. Підбір лісових ділянок для закладання постійних дослідних об'єктів (ПДО) зроблено за результатами аналізу наукової літератури [6, 8] і даних лісовпорядкування. Найбільші площі всихання ялинників виявлено у передгірних похідних деревостанах ялини Ґорґан, зокрема у вологій буково-смерековій суяличині. Для охоплення різних лісорослинних умов ПДО закладено вздовж висотного профілю Ґорґан в найбільших за площею регіональних типах лісу, де ростуть ялинники: два – у вологій буково-смерековій суяличині, два – у вологій буково-ялицевій сушмеречині, одна – у вологому кедрово-смерековому суборі, один – у вологій ялицевій судіброві і один – у вологій буково-смерековій яличині. Для закладання ПДО підбирали деревостани у віці близько 60 років (середньовікові), а контрольні закладали у перестійних деревостанах.

Закладання ПДО у всихаючих ялинниках Ґорґан здійснювали за апробованими методиками [15]. У всіх дерев зі середнім діаметром 6,0 см та вище міряли два діаметри на 1,3 м мірною вилкою з точністю до міліметра. Для живих дерев визначали 6 класів ІЮФРО, наявні види пошкоджень та їх інтенсивність. Для модельних дерев (25-30 шт.) усіх порід і ступенів товщини заміряли висоту лазерним висотоміром з точністю до 0,1 м. Для мертвих стоячих дерев (які відхилилися від вертикалі $\leq 45^\circ$), окрім діаметрів і висоти, визначали ступінь розкладу деревини (початковий, слабкий, сильний, повністю розкладена). Для підліску визначали породний склад, середню висоту і поширення; для підстилки – тип, товщину і проективне вкриття; для трав'яного покриву – проективне вкриття за видами; для

грунту – підтип на трьох прикопках. Розрахунок лісівничо-таксаційних показників й аналіз впливу лісівничих заходів на всихання ялинників Ґорґан зроблено традиційними математичними і статистичними методами.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Лісівничо-таксаційні показники деревостанів ПДО свідчать про істотні відмінності у структурі всихаючих ялинників Ґорґан. Усі ПДО є штучного походження з часткою ялини у видовому складі деревостанів від 3 до 8 одиниць (таблиця).

Сосново-ялиновий деревостан в умовах вологої ялицевої судіброви до 64 років характеризується незадовільним ростом за висотою (ІІІ бонітет) і діаметром, низьким запасом деревини і незначним сухостою (ПДО Со-1-20). Видовий склад деревостану, який становив 4Дз3Ял3Сз, після створення лісових культур на землях сільгоспугідь у процесі формування зазнав значних змін. Так, дуб звичайний випав практично повністю через відставання у рості, кількість дерев сосни зменшилася до поодиноких екземплярів через сніголами, а відносна частка ялини збільшилася в два рази унаслідок відпаду дуба і сосни. Повнота і запас деревостану є низькими і без товстих стовбурів сосни вони мали би ще гірші значення. Низька повнота першого ярусу дає змогу успішно рости підлеглим ярусам, які мають у складі найбільше ялини та значну частку супутніх деревних видів (берези, осики), а дуб зберігся тільки у третьому ярусі. Сухостій складається переважно з ялини (9Ял1Сз+Б, Дз, Ос) і становить 6 % від запасу деревостану. За останні три роки тут здійснено одну вибіркову санітарну рубку з інтенсивністю близько 20 %. Встановлено добру збереженість ялини, яка в цих умовах не має ознак інтенсивного всихання. Вона забезпечується наявністю процесів оглеєння ілювіального горизонту і відповідно – достатнім зволоженням верхніх шарів ґрунту.

В умовах вологої буково-смерекової яличини після створення лісових культур зі складом 6Ял2Ял2Сз до 62-річного віку сформувався високоповнотний ялиново-ялицевий деревостан за участі сосни звичайної, берези і бука лісового, з добрим ростом у висоту і за діаметром, високим запасом деревини і незначним запасом сухостою (ПДО Со-2-20). Добра родючість та суглинковий механічний склад ґрунту забезпечили інтенсивний ріст у висоту всіх головних порід і збереженість ялини. Однак інтенсивний ріст сосни призвів до формування деревини низької щільності, що зумовило масові її сніголами та подальше всихання. Видовий склад сухостою на цій ділянці становить 5Сз3Ял2Ял+Б. Ялина в першому ярусі лісового намету відстає в рості за діаметром від ялиці на 14 % і від сосни на 22 % та характеризується високою інтенсивністю росту за висотою, що дає змогу підтримувати їй високий життєвий потенціал. У деревостані добре сформувалися підлегли яруси. Так, повнота другого ярусу виявилась вищою за перший. Частка ялини у складі другого і третього ярусів становить на рівні трьох одиниць. Важливим є те, що в третьому ярусі, який сформований підростом природного походження, ялина теж не має ознак всихання (рис. 1). Останню вибіркову санітарну рубку в цьому деревостані проводили чотири роки тому з інтенсивністю тільки 10 %.

**Таблиця. Основні лісвиничо-таксаційні показники деревостанів ПДО /
The main forest and taxonomic indicators of PSP stands**

Ярус	Склад деревостанів	Вік, ро- ків	Густота, екз./га	Середні		Повнота	Запас, м³/га	Сухостій, м³/га
				d, см	h, м			
Со-1-20, тип лісу – С ₃ -яцД, III бонітет, дата закладки 14.07.2020 р.								
1	5Сз4Ял1Б +Ос	64	208	28,2	15,4	0,32	97,6	4,1
2	8Ял1Б1Ос +Сз	38	448	16,6	11,6	0,21	59,4	3,9
3	7Ял2Б1Дз +Яц, Ос	21	180	11,5	9,3	0,14	9,2	1,8
Σ	6Ял3Сз1Б+Ос, Дз, Яц	42	836	20,6	13,2	0,67	166,2	9,8
Со-2-20, тип лісу – Д ₃ -бк-смЯц, I бонітет, дата закладки 13.08.2020 р.								
1	5Яц3Ял1Сз1Б+Бк	62	422	28,0	27,4	0,43	344,6	5,6
2	5Яц3Ял1Сз1Б+Бк	43	733	18,3	16,5	0,45	189,9	3,8
3	7Яц3Ял+Бк	22	629	10,4	7,2	0,19	32,1	0,3
Σ	5Яц3Ял1Сз1Б+Бк	46	1784	22,1	22,9	1,07	566,6	9,7
Со-3-20, тип лісу – С ₃ -бк-смЯц, II бонітет, дата закладки 17.08.2020 р.								
1	6Ял2Яц2Б+Бк	60	387	30,0	24,6	0,53	311,1	6,3
2	6Ял3Яц1Б+Бк	42	903	18,8	17,4	0,55	225,9	7,7
3	5Ял5Яц+Бк	24	376	10,8	10,2	0,08	21,3	9,2
Σ	6Ял3Яц1Б+Бк	45	1666	19,4	17,8	1,16	558,3	23,3
Со-4-21, тип лісу – С ₃ -бк-смЯц, IА бонітет, дата закладки 15.07.2021 р.								
1	9Яц1Ял+Бк	54	315	26,8	24,2	0,35	194,2	5,6
2	6Яц3Ял1Бк	31	375	18,2	19,7	0,27	94,0	2,9
3	6Яц4Бк	16	145	10,3	11,6	0,07	7,3	0,7
Σ	8Яц2Ял+Бк	39	835	21,4	22,8	0,69	295,4	9,2
Со-5-21, тип лісу – С ₃ -бк-яцСм, IА бонітет, дата закладки 26.07.2021 р.								
1	6Ял4Яц+Б, Бк	57	518	28,3	25,4	0,60	381,0	19,7
2	4Ял3Яц3Бк+Б, Яв	34	403	18,2	20,2	0,26	101,9	5,0
3	3Ял2Яц5Бк+Яв	19	219	10,9	15,7	0,09	15,6	-
Σ	6Ял3Яц1Бк+Б, Яв	41	1140	22,5	22,3	0,95	498,5	24,7
Ви-1-20, тип лісу – С ₃ -бк-яцСм, I бонітет, дата обстеження 24.07.2020 р.								
1	6Ял4Яц+Яв, Б	118	195	42,6	39,1	0,47	750,5	113,4
2	4Ял4Яц2Яв+Б	66	173	26,5	27,9	0,19	154,1	64,6
3	2Ял8Яц+Яв	28	90	12,4	11,2	0,04	8,8	18,9
Σ	6Ял4Яц+Яв, Б	93	458	33,7	32,6	0,70	913,4	196,9
Ос-1-20, тип лісу – В ₃ -кСм, IV бонітет, дата обстеження 25.08.2020 р.								
1	6Ял2Яц1Скє1Б	134	271	31,6	23,2	0,54	250,5	8,9
2	10Ял	72	422	18,6	15,2	0,32	93,1	7,8
3	10Ял	36	211	10,4	7,3	0,08	9,0	2,0
Σ	7Ял1Яц1Скє1Б	104	904	21,7	17,6	0,94	352,6	18,7

Примітка: Сз – сосна звичайна, Ял – ялина європейська, Б – береза повисла, Ос – осика, Дз – дуб звичайний, Яц – ялиця біла, Бк – бук лісовий, Яв – явір, Скє – сосна кедрова європейська, Гор – горобина звичайна, Дч – дуб червоний.



Рис. 1. Буково-ялиново-ялицевий деревостан на ПДО Со-2-2021 / Beech-spruce-fir stand in Co-2-2021 PSP

В умовах вологості буково-смерекової суяличини до 62-річного віку після створення лісових культур зі складом 8Ял2Яц сформувався високоповнотний ялицево-ялиновий деревостан за участі берези і бука лісового, з низькими показниками росту у висоту та добрим за діаметром (ПДО Со-3-20). Для деревостану характерний високий запас деревини внаслідок інтенсивного розвитку другого ярусу і середній запас сухоостою. Більша дренажність ґрунтів, порівняно із ґрунтовими умовами ПДО

Со-2-20, призвели до інтенсивнішого всихання ялини, яке відбувалось більше 10 років тому. Проведення на той час двох вибіркового санітарних рубок з інтенсивністю 15 і 20 % істотно зменшило повноту першого ярусу, що сприяло пришвидшенню росту дерев, які залишилися, за діаметром та інтенсивному розвитку підлеглих ярусів із природного відновлення головних деревних видів. Формування підлеглих ярусів високої зімкнутості покращило мікроклімат у деревостані і всихання ялини зараз виявлено тільки на деяких деревах першого ярусу. Відзначимо достатню участь ялини в усіх ярусах.

В умовах вологості буково-смерекової суяличини після створення лісових культур зі складом 6Ял4Яц упродовж 54-річного віку сформувався середньоповнотний деревостан, в якому ялиця і бук характеризуються високою інтенсивністю росту за висотою та водночас невисоким запасом деревини і малим запасом сухоостою (ПДО Со-4-21). У деревостані 8 і 6 років тому було проведено вибірково санітарні рубки середньої інтенсивності, що не призвело до зниження його швидкості росту за висотою завдяки достатній кількості дерев ялиці в першому ярусі. Домінування ялиці призвело до пригнічення росту ялини, і вона зараз переважно росте у другому ярусі, а її місце швидко займає бук. І хоча інтенсивного всихання ялини зараз не відбувається, проте

отримання за таких умов її товарної деревини обмежене. Встановлено, що в цьому типі лісу ялина програв конкуренцію ялиці та буку.

В умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини найбільш вдалим прикладом вирощування ялинових деревостанів є деревостан на ПДО Со-5-21. Він є результатом створення і вирощування лісових культур зі складом 6Ял2Яц2Бк. У 57-річному віці тут сформувався корінний буково-ялицево-ялиновий деревостан з дуже добрим ростом за висотою, нормальною повнотою, високим запасом деревини і незначним запасом сухостою. Інтенсивне всихання в деревостані сталося 10 років тому. У деревостані 11 і 8 років тому було проведено дві вибіркові санітарні рубки слабкої інтенсивності. Завдяки суглинистим ґрунтам, північній експозиції і пологому схилу відбулося збереження достатньої кількості ялини у складі першого ярусу та забезпечило її успішний ріст. Це, відповідно, не дозволило ялиці і буку створити істотну конкуренцію ялині, яка обігнала їх за ростом у висоту. Треба зазначити, що незначне (близько 5 % у першому ярусі) всихання ялини у деревостані триває і не має масового характеру та прогнозовано дасть змогу отримати товарну деревину ялини у віці стиглості. Встановлено, що успішно створені лісові культури з домінуванням ялини дають змогу за таких умов сформувати корінний деревостан.

За незначного господарського втручання в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини після створення лісових культур зі складом 6Ял2Яц2Бк до 118 років сформувався ялицево-ялиновий деревостан з добрим ростом у висоту і за діаметром, високими запасами деревини і сухостою (ПДО Ви-1-20). Великий запас сухостою 3 і 4 ступенів розкладу свідчить, що інтенсивне всихання ялини тут тривало понад десять років, а зараз воно сповільнилося. Це зумовлено високою щebenістю ґрунтів та дуже крутим схилом (незадовільним гідрологічним режимом). Лісівничі заходи у цьому деревостані не здійснювали понад 10 років через складні лісозаготівельні умови, що зумовило нагромадження значної кількості сухостою. Відсутність рубок, на нашу думку, є одним з факторів стабілізації всихання ялини на основі природного добору найстійкіших її дерев. Однак мала кількість ялини у підлеглих ярусах свідчить про зміну головної породи в наступному поколінні лісу без втручання людини. Встановлено наявність найбільших за розмірами дерев ялини (діаметр – до 60 см, висота – понад 40 м) на цьому ПДО.

За незначного господарського втручання в умовах вологої кедрово-смерекового субору після створення лісових культур зі складом 8Ял2Яц до 134 років сформувався березово-кедрово-ялицево-ялиновий деревостан з незадовільним ростом у висоту і за діаметром, нормальними повнотою і запасом деревини та з низьким запасом сухостою (ПДО Ос-1-20). Лісівничі заходи тут не здійснювали через виходи скельних порід на поверхню ґрунту і транспортну недоступність. Це зумовило появу в першому ярусі сосни кедрової європейської і берези унаслідок природного їх відновлення. Ознак інтенсивного всихання ялини тут не виявлено. Трапляються тільки поодинокі всохлі дерева в першому ярусі. У підлеглих ярусах деревостану теж домінує ялина, а відсутність в них ялиці чи бука можна пояснити незадовільними для них лісорослинними умовами.

Отже, в умовах високогір'я Горган ялина залишається конкурентоздатним деревним видом і не має

ознак всихання навіть після 100-річного віку, але ріст її за цих умов дуже повільний (IV бонітет).

Для уточнення причин всихання ялини проаналізовано пошкодження дерев у деревостанах на ПДО. Найчастіше у всихаючих ялиниках Горган реєстрували такі види пошкоджень, як сухі сучки у кроні (42 % дерев), зламані вершини (12) і короїди (11 %). У середньому кількість дерев ялини без пошкоджень на ПДО низька (20 %). За результатами кореляційного аналізу виявлено значну пряму кореляцію класу життєвості ялини з часткою пошкоджених дерев ($r = 0,62$) і з інтенсивністю їх пошкоджень ($r = 0,61$). Також встановлено значну пряму кореляцію лісівничої цінності ялини з інтенсивністю пошкоджень ($r = 0,52$), що пояснюють зниженням лісівничої цінності дерев за істотних пошкоджень. Більшість лісівничо-таксаційних показників мають помірну кореляцію з показниками пошкоджень: пряму – лісівничої цінності й довжини крони з відсотком пошкоджених дерев та товарності з інтенсивністю пошкоджень; обернену – віку, діаметра та висоти дерев – з інтенсивністю пошкоджень. Кореляція інших показників ялини з пошкодженнями є слабкою.

Вікова динаміка показників пошкоджень ялини не має чітких закономірностей, що впливає з наведеного вище кореляційного аналізу. На це також вказують низькі значення коефіцієнтів детермінації в отриманих рівняннях регресії, які описують цю динаміку. Загальний спадний віковий тренд відсотка пошкоджених дерев пояснюють природним добром найстійкіших дерев ялини у процесі росту, а тенденція до збільшення в інтервалі від 70 до 120 років – віковими змінами в життєвості ялини. Чіткіший спадний віковий тренд інтенсивності пошкоджень ялини пояснюють видаленням сильно пошкоджених дерев під час всіх видів рубок та відсутністю всихання з віком дерев з низькою інтенсивністю пошкоджень (рис. 2).

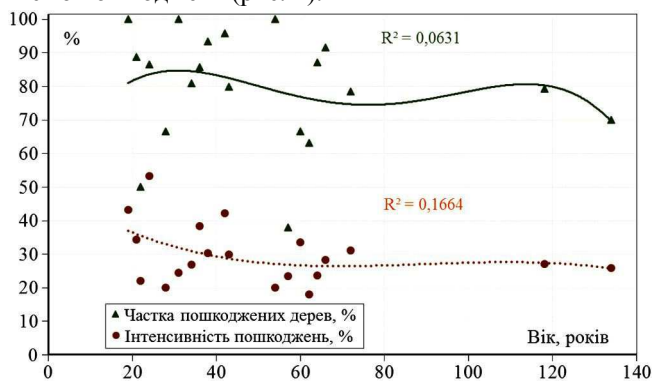


Рис. 2. Вікова динаміка пошкоджень дерев на ПДО / Age dynamics of tree damage in PSP

Аналіз лісівничих заходів на ПДО проведено за відповідними записами в таксаційних описах і в книгах лісових культур. Створення ялиново-сосново-дубових лісових культур в умовах вологої ялицевої судіброви (ПДО Со-1-20) не дало позитивних результатів. Усі головні породи випали через невідповідність для них лісорослинних умов навіть за умови виконання всіх необхідних лісівничих заходів. Тому перспектив промислового вирощування в цьому типі лісу деревини ялини практично немає. В умовах вологої буково-смерекової яличини (ПДО Со-2-20) створення сосново-ялицево-ялинових лісових культур має позитивні результати для ялини, де її частка становить 3 одиниці. Водночас високу продуктивність цього деревостану забезпечила яли-

ця. Сосна тут випала через пошкодження крони. ПДО Со-2-20 є свідченням того, що вчасно і правильно проведені лісівничі заходи (рубки догляду і санітарні) забезпечують контроль процесів всихання ялини в багатих лісорослинних умовах ялицевих типів лісу. Але промислове вирощування тут ялини ризиковане через високу конкурентоздатність ялиці.

В умовах вологої буково-смерекової суяличини наявні два різні варіанти ведення лісового господарства. У першому варіанті (ПДО Со-3-20) традиційні лісівничі заходи дали змогу з ялицево-ялинових лісових культур сформувати хоча і не високобонітетний (II клас), але високопродуктивний (558 м³/га) ялиновий деревостан з участю ялиці, берези і бука. Це пояснюють лісорослинними умовами (крутий схил північної експозиції, легкосуглинистий щербистий ґрунт), які більше підходять саме ялині, ніж ялиці чи буку. Другий варіант (ПДО Со-4-21) є свідченням істотної переваги ялиці над ялиною за сучасних кліматичних умов на пологих схилах і не щербистих ґрунтах. Цьому сприяли декілька прийомів вибіркового санітарного рубку, які істотно знизили запас деревини ялини і різко збільшили кількість підросту ялиці. Внаслідок цього сформувався майже чистий ялицевий деревостан I^a бонітету зі запасом деревини менше 300 м³/га.

Отже, проведення вибіркового санітарного рубку за наявності підросту інших порід різко зменшує частку ялини. Причиною цього є зменшення зімкнутості крон і, як наслідок, вологості повітря та збільшення механічних пошкоджень ялини. Отже, під час вирощування ялиників у цьому типі лісу потрібно враховувати конкретні орографічні та ґрунтові умови лісових ділянок.

Створення буково-ялицево-ялинових лісових культур в умовах вологої буково-ялицевої суяличини (ПДО Со-5-20) дало змогу сформувати майже корінний високобонітетний (I^a класу) і високопродуктивний (498 м³/га) ялиновий деревостан за умови правильно проведених доглядових і санітарних рубань. Однак у ньому назріла потреба у проведенні вибіркової санітарної рубки та ліквідацію захаращення. Під час планування цих заходів потрібно забезпечити мінімальні пошкодження живих дерев ялини, щоб не пришвидшити їх всихання. Створення таких самих лісових культур у цьому типі лісу за умови відсутності рубку за останні 10 років (Ви-1-20) дає підставу зазначити, що ялина зберігає свої позиції у верхньому ярусі деревостану до 120 років із часткою у складі 6 одиниць. Підлеглі яруси тут формуються вже з ялиці і бука. Це свідчить про те, що без втручання людини у перспективі тут сформується деревостан природного походження без участі ялини.

Створення буково-ялицево-ялинових лісових культур в умовах вологої кедрово-смерекового субору без втручання людини дало змогу сформувати практично корінний ялиновий деревостан низької продуктивності з невеликим запасом сухоостою. Зазначимо, що навіть за такого близького до природи ведення лісового господарства розподіл дерев за ярусами (діаметром) не відповідає типовому для пралісів спадному типу розподілу (рис. 3). Водночас найближчим до спадного розподілу є господарський буково-ялиново-ялицевий деревостан на ПДО Со-2-20, що є підтвердженням відомого положення – правильні лісівничі заходи дають змогу формувати ліси цільової структури. Встановлено, що ялина добре зберігає свої позиції у структурі деревостанів у смере-

кових типах лісу за різних систем ведення лісового господарства, які спрямовані на забезпечення її домінування на наступний цикл лісовирощування.

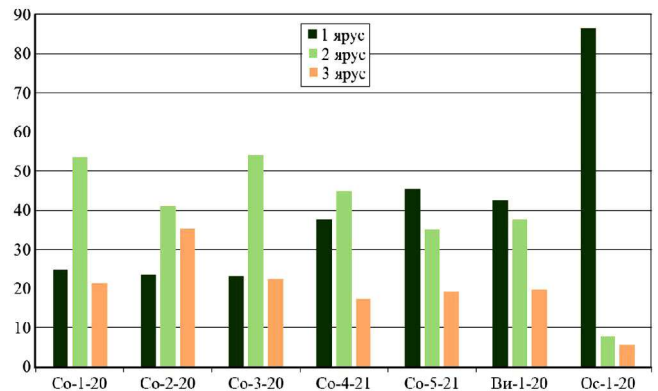


Рис. 3. Розподіл кількості дерев (у %) на ПДО за ярусами / Distribution of the number of trees (in%) in PSP by tiers

Обговорення результатів дослідження. Результати дослідження ще раз наголосили на проблемі масової втрати ялиників Карпат, навіть у смерекових типах лісу. Вони узгоджуються з висновками українських і зарубіжних вчених з цієї проблеми [1, 3, 5, 11, 14]. Також отримані результати вказують на відмінності у процесах всихання деревостанів за типами лісу, особливо чітко – за різних систем ведення лісового господарства за категоріями лісів. Подібні результати інших авторів знайшли своє відображення в підготовлених рекомендаціях для ялинових лісів Українських Карпат [7, 12, 13], але вони ще не мають широкого застосування і потребують конкретизації в межах типів лісу. Доведена необхідність враховувати вплив змін клімату на формування ялиників за лісорослинними умовами з позицій змін конкурентоздатності різних порід [4, 9].

Висновки / Conclusions

Встановлено, що всихаючі ялиники Ґорґан мають складну трьохярусну структуру, а в їх породному складі в усіх типах лісу стрімко збільшилася частка ялиці білої (до 80 %) та бука лісового (до 15 %). На продуктивність ялиників найбільший вплив (окрім лісорослинних умов) мають лісівничі заходи через зменшення повноти деревостану. Частка сухоостою від запасу деревини в експлуатаційних ялиниках змінюється від 1 до 6 %, а в інших категоріях лісів, де не проводять рубки, цей показник досягає 25 %. З пошкоджень дерев ялини найчастіше фіксували сухі сучки у кроні (42 % дерев), зламані вершини та короїди. Найтісніший кореляційний зв'язок з відсотком пошкоджених дерев й інтенсивністю пошкоджень має клас їх життєвості ($r = 0,61-0,62$) та клас лісівничої цінності ($r = 0,52$). Вікова динаміка показників пошкодження ялини має тренд до спадання, але коефіцієнти детермінації вказують на низьку достовірність її апроксимації.

Виявлено залежність частки ялини у породному складі деревостанів від здійснених лісівничих заходів навіть в одному типі лісу. На крутих схилах і щербистих ґрунтах вологої буково-смерекової суяличини ялицево-ялинові культури без проведення санітарних рубку сформувалися ялиновий деревостан II бонітету зі запасом 560 м³/га. Водночас на пологих схилах цього типу лісу з проведеними вибірково-санітарними рубками формується вже ялицевий деревостан I^a бонітету зі запасом менше 300 м³/га і відсутністю ялини у складі

підросту. В умовах змін клімату успішне вирощування ялиників можливе тільки у придатних для ялини лісо-рослинних умовах і за правильних лісівничих заходів, а в бідних трофотобах – тільки за відсутності лісівничих заходів. Розроблені за результатами досліджень пропозиції щодо лісівничих заходів у всихаючих ялиниках Горган такі:

- для збереження ялини в не експлуатаційних лісах, на крутих і дуже крутих схилах краще відмовитися від усіх видів рубок, якщо відповідає їх функціональному призначенню (наприклад, не в рекреаційних лісах);
- вирощування товарної деревини ялини в експлуатаційних лісах доцільно зосередити у смерекових типах лісу, без потреби в них не проводити планових рубок, а в разі їх проведення – мінімізувати пошкодження дерев ялини, які залишилися рости;
- під час створення ялинових лісових культур доцільно забезпечувати густоту ялини 5 тис. шт./га і більше для врахування явищ всихання;
- у разі відведення ялини в санітарні рубки необхідно відводити всі її сильно ослаблені дерева для зменшення кількості рубок (пошкоджень ялини).

References

1. Debryniuk, Yu. M. (2011). Dying of spruce forests: causes and consequences. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21(16), 32–38. [In Ukrainian].
2. Fedorov, N. I., & Sarnatskij, V. V. (1998). Causal relationships of a mass decline of the spruce forests in Belarus. *Tekhnologija*, 8, 24–32. [In Russian].
3. Hartl-Meier, C., & Rothe, A. (2014). Zuwachsreaktionen des Bergwaldes auf Klimaänderungen. *LWF aktuell*, 99, 42–44. [In German].
4. Kharuk, V. I., Im, S. T., & Petrov, I. A. (2017). Climate aridity increasing: impact on spruce forests of Belarus and dark coniferous stands of Siberia. *Proc. East Europe forests in the changing world*. Kyiv, 121–122. [In Russian].
5. Kramarets, V. O., & Krynytskyi, G. T. (2009). Assessment and possible threats to the survival of the spruce forests of the Carpathians in connection with climate change. *Scientific Bulletin of UNFU*, 19(15), 38–50. [In Ukrainian].
6. Oliynyk, V. S., & Zeinalian, A. M. (2020). Silvicultural and taxational aspects of spruce plantations drying in the basin of the Bystritsa Solotvynska river. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(3), 9–12. <https://doi.org/10.36930/40300301>
7. Parpan, V. I., & Krynytskyi, G. T. (Eds.). (2013). Recommendations on a forest management in the secondary spruce forests of the Ukrainian Carpathians. Ivano-Frankivsk: UkrRIMF. [In Ukrainian].
8. Rak, A. Yu., & Oliynyk, V. S. (2016). Peculiarities of spreading of spruce stands drying in Gorgany. *Forestry & Agroforestmelioration*, 129, 175–180. [In Ukrainian].
9. Rigling, A., Gessler, A., Feichtinger, L., Queloz, V., & Wohlgenuth, T. (2016). Introduced or native tree species to maintain forest ecosystem services in a hotter and drier future? In: Krumm, F., & Vitkova, L. (Eds.) *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. EFI, 236–246.
10. Rybníček, M., Čermák, P., Žid, T., & Kolář, T. (2010). Radial growth and health condition of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands in relation to climate (Silesian Beskids, Czech Republic). *Geochronometria*, 36, 9–16. <https://doi.org/10.2478/v10003-010-0017-1>
11. Shparyk, Y. S. (2019). Forecast of the Norway spruce forests decline at the Ukrainian Carpathians according to forest types. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 19, 79–88. <https://doi.org/10.15421/411929>
12. Shparyk, Y. S., Slobodyan, P. Ya., & Parpan, T. V. (2018a). Recommendations on a forest management in the spruce forests of the Ukrainian Carpathians. Ivano-Frankivsk: UkrRIMF. [In Ukrainian].
13. Shparyk, Y. S., Slobodyan, P. Ya., & Parpan, T. V. (2018b). Recommendations on a replacement of secondary spruce stands of the Ukrainian Carpathians on the native spruce stands. Ivano-Frankivsk: UkrRIMF. [In Ukrainian].
14. Szmyt, J. (2015). Group planting of beech seedlings as the method of the spruce stand conversion in the Karkonoski National Park, the Giant Mountains, Poland. *Proc. Ecology, Silviculture and Management of Spruce Species in Mixed Forests*. Edmonton: University of Alberta, 58 p.
15. UkrRIMF (2014). Studies of the causes of a decline of the Norway spruce forests in the Carpathian region for recommendations developing on a forest management in the spruce forests and on a replacement of secondary spruce stands on the native ones. Ivano-Frankivsk: UkrRIMF. [In Ukrainian].

A. M. Zeinalian

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

STRUCTURAL CHANGES OF DECLINING NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) H. KARST.) FORESTS IN THE GORGANY MOUNTAINS

The decline of the Norway spruce forests in the Carpathians determined changes in the structure of stands with significant features in different site conditions and forest types. However, trends in the natural forest dynamics are in the base of the close-to-nature forestry, and because identification of the decline spruce forests changes according to site conditions are an important scientific problem. The object of our research was the Gorgany Mountains – a mountain range in the central part of the Ukrainian Carpathians, and local site conditions characterized by high gravelly soils. Spruce forests in the Gorgany grow from the lower parts of the slope to the tops of the mountains, i.e. in different forest types. Therefore, seven permanent sample plots were established on the vertical profile of the range from the most fertile soils at the foot of the mountains to high gravelly soils on their tops in order to study the decline features of the Norway spruce in the region. An inventory of all trees from DBH of 6 cm by species, diameter, height, conditions (6 IUFRO classes), degree of decay (for dry trees), and damages was done at all permanent sample plots. Research results show that the structure of the decline spruce stands mainly is uneven-aged, in particular: in the species composition – at least three native species; vertical structure – at least three layers; the age fluctuations ranges from 10 to 140 years; Norway spruce part in the wood volume ranges from 20 to 80 % with an average constituting 45 %. The place of the decline Norway spruce is usually occupied by Silver fir (*Abies alba* Mill.), but Common beech (*Fagus sylvatica* L.) also increased its presence during last years. Dry standing trees of Norway spruce are present in all plots, and spruce forms at least 50 % of their volume. Deadwood volume mostly depends on sanitary felling – its part is 1–6 % (from the living wood volume) in spruce forests where felling occurred in last years, and reaches 25 % in forests where felling did not occur for at least 5 years. The main types of living spruce trees damages are as follows: dry branches in the crown – 42 %, broken tops – 12 %, bark beetles – 11 % of trees. We have noted that most of the dry trees have mechanical damages. Most indicators of spruce trees (diameter, height, age) have a moderate correlation ($0.5 > |r| > 0.3$) with the presence of their damages, and high correlation with damages have IUFRO classes of vitality and forestry value. Percentage of damaged spruce trees changes slightly with age close to 80 %. We proposed to stop any felling on steep slopes and in non-commercial forests, and to concentrate the cultivation of spruce wood in spruce forests with minimization of mechanical damage of trees for Norway spruce conservation in the Gorgany Mountains. We would also recommend to provide a sufficient density of spruce forest plantations (≥ 5000 seedlings per ha) to take into account its drying in the future.

Keywords: forest type; forest plantation; species composition; dry standing tree; damage; felling.