



І. Ф. Шишканинець

Національний природний парк "Зачарований край", с. Ільниця, Україна

ВПЛИВ НИЗОВОЇ ПОЖЕЖІ НА ПРИРОДНІ БУКОВІ ЛІСОСТАНИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Здійснення систематичних спостережень (моніторинг) за станом та динамікою природних комплексів та об'єктів, екосистем та клімату є невід'ємною складовою частиною установ природно-заповідного фонду. Зважаючи на завдання, які стоять перед працівниками наукового відділу Національного природного парку, дослідження впливу пожежі на природні букові лісостани є актуальними. Для цього підібрано природні букові лісостани, пошкоджені низовими пожежами у 2019 та 2020 роках. Так, у 2019 р. пожежа пошкодила буковий праліс, а у 2020 р. – середньовіковий буковий лісостан. Дослідження здійснено на постійних пробних площах, закладених у 2024 році. Встановлено, що середньовіковий буковий деревостан на четвертий рік після низової пожежі за санітарним станом є всихаючим, а за ступенем деградації фотосинтетичного апарату – "дуже ушкодженим". З'ясовано, що під його наметом сформувалася значна кількість самосіву і підросту, який представлений 2-3-річками, належить до висотних груп ≤ 25 см та 26-50 см, характеризується інтенсивним приростом і відповідає складу материнського деревостану. Для трав'яно-чагарникового ярусу характерна висока яскравість видів, на відміну від лісостанів, не пошкоджених пожежею, що свідчить про істотну зміну умов. Порівняно із середньовіковим буковим деревостаном, низова пожежа не так істотно пошкодила буковий праліс. Встановлено, що деревостан на п'ятий рік після низової пожежі за санітарним станом є ослаблений, а за ступенем деградації фотосинтетичного апарату – "слабо ушкоджений". Досліджено, що під його наметом сформувалася значна кількість самосіву і підросту, який представлений 3-4-річками, належить до висотної групи ≤ 25 см і відповідає складу материнського деревостану. Частка підросту, яку віднесено до групи старше 7 років (залишилася після пожежі), є незначною (27,3 %). Трав'яно-чагарниковий ярус не відновився: поодинокі трапляються окремі види. З'ясовано, що буковий праліс є стійкішим до низової пожежі, ніж середньовіковий буковий лісостан.

Ключові слова: праліс; середньовіковий деревостан; пошкодження дерев; санітарний стан дерев; дефоліація; підріст.

Вступ / Introduction

Територія Національного природного парку "Зачарований край" (далі – НПП) розташована в центральній частині Вигорлат-Гутинської вулканічної гряди, передгір'я Східних Карпат, а саме – у межах хребта Великий Діл (південно-західний макросхил). Цей масив відділений від інших частин Вулканічних Карпат долинами річок Латориця з північного заходу і Боржава з південно-сходу.

Територія НПП на 96,7 % зайнята лісовими землями. У породному складі явним домінантом є бук європейський (*Fagus sylvatica* L.) – 92 %, на другому місці ялина європейська (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) – 6,6 %, на решту порід припадає 1,4 % від площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок.

Основними напрямками наукової та науково-технічної діяльності НПП є здійснення фундаментальних і прикладних наукових досліджень щодо функціонування екосистем за умов заповідних режимів. Один з напрямків містить здійснення систематичних спостережень (моніторинг) за станом та динамікою природних комплексів та об'єктів, екосистем та клімату.

Відповідно до основних напрямів діяльності НПП, дослідження впливу пожежі на природні комплекси (лісові екосистеми) є актуальною проблемою, часткове ви-

рішення якої якраз і запропоновано у цій роботі.

Об'єкт дослідження – встановлення впливу низової пожежі на природні букові лісостани.

Предмет дослідження – методи і засоби встановлення впливу низової пожежі на природні букові лісостани, що дасть змогу дослідити їхній стан після пожежі та виявити загрози їхніх негативних змін.

Мета роботи – дослідити стан середньовікового букового лісостану та букового пралісу після низової пожежі, що дасть змогу відстежити тенденції уповільнення їх природної регенерації та скорочення лісового вкриття.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- проаналізувати актуальні дослідження та публікації, які дадуть змогу з'ясувати стійкість до низових пожеж природного букового деревостану та підросту в середньовіковому буковому лісостані чи в буковому пралісі;
- визначити стан природного букового деревостану та підросту в середньовіковому буковому лісостані та буковому пралісі, пошкоджених низовою пожежею, що дасть змогу відстежувати втрати площ лісонасаджень та виявити загрози прояву негативних змін у природних екосистемах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Пожежі – один з найнебезпечніших для лісів екологічних

Інформація про автора:

Шишканинець Іван Федорович, канд. с.-г. наук, заступник директора з наукової роботи.

Email: schif@ukr.net; <https://orcid.org/0009-0007-2363-3539>

Цитування за ДСТУ: Шишканинець І. Ф. Вплив низової пожежі на природні букові лісостани Українських Карпат. Науковий вісник НЛТУ України. 2025, т. 35, № 3. С. 48–55.

Citation APA: Shyshkanynets, I. F. (2025). Impact of surface fire on natural beech stands in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(3), 48–55. <https://doi.org/10.36930/40350305>

чинників. З огляду на глобальні зміни клімату, цей екологічний чинник стає щораз актуальнішим. Так, у роботі [24] зазначено, що за період 1990-2017 рр. спостерігалася чітка тенденція до зростання площ великих та особливо великих лісових пожеж від 10,0 тис. га у 1994 р. до 14,7 тис. га у 2015 році.

Важливою складовою частиною аналізу пожежної ситуації в лісах України є визначення просторових тенденцій виникнення пожеж у різних лісогосподарських та адміністративних областях України. Автори [22] дослідили, що за кількістю випадків, найбільші значення горимість має в Північностеповій обл. – 1009 шт./1000 га площі і Південностеповій – 718 шт./1000 га, далі йде Лісостепова Лівобережна обл. – 437,6 шт./1000 га, Лісова – 179 шт./1000 га, Лісостепова Правобережна – 154 шт./1000 га. У Карпатській обл. сталося тільки 6,3 випадки на 1000 га площі.

За даними колективу науковців [22] встановлено, що кількість лісових пожеж залежить від лісорослинних і погодних умов, наявності джерел вогню. До того ж науковці дослідили, що кількість випадків пожеж та їхня площа мали найбільш значущі зв'язки з показниками, які оцінюють дефіцит вологи (кількість опадів, ГТК та FWI) [1].

За даними Державного агентства лісових ресурсів України [19], з 2022 р. основними причинами виникнення лісових пожеж є загоряння насаджень внаслідок російської агресії (48 %). Оцінити збитки від лісових пожеж, здійснити інструментальне знімання площ, пройдених вогнем, неможливо: вони будуть відкориговані після завершення воєнних дій та звільнення і розмінування тимчасово окупованих територій. На цьому етапі здійснюють моніторинг ландшафтних пожеж з використанням дистанційного зондування землі [3].

Зважаючи на означене вище, можна констатувати: горимість лісів залежить від природних зон, яким призначенні відповідні кліматичні умови та лісові формації. При цьому найбільшу кількість пожеж на території України зафіксовано у насадженнях сосни звичайної [22, 24], що є очевидно: насадження за участі сосни звичайної домінують на території України. Через агресію Російської Федерації, частка пожеж істотно збільшилася.

Вплив та наслідки лісових пожеж на лісові формації досліджено у багатьох працях в Україні. Однак, всі вони стосуються переважно соснових насаджень та проводилися в лісогосподарських округах за участю відповідної деревної породи. Наше дослідження проведено в

умовах Карпат, де вплив пожежі на природні букові лісостани в Україні не вивчали.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідження впливу низової пожежі на буковий праліс закладено постійну пробну площу (далі – ППП) № 6, площею 0,5 га (62,5×80 м), а на середньовіковий буковий лісостан – дві кругові пробні площі: 1Бк_Пож, 2Бк_Пож, розміром 1000 м² (R – 17,85 м) кожна. На ППП пронумеровано всі дерева діаметром ≥6 см. Облік дерев здійснювали за допомогою мірної вилки: виконували заміри діаметрів за 2-сантиметровими ступенями товщини, на висоті грудей (1,3 м), за породами. При цьому визначали категорії технічної придатності [7], класи Крафта [10], категорії санітарного стану [13], стійкість та стрункість деревостану [4], оцінювали дефоліацію [2]. Висоти дерев та довжини крони вимірювали висотоміром Vertex IV (Швеція) у дев'яти дерев: середнього, верхнього та нижнього ступенів. Окрім цього, у пралісі вимірювали висоти для кожного ярусу. Облік самосіву і підросту здійснювали на облікових ділянках розміром 2×2 м. На ППП № 6 закладено 16 облікових ділянок (у межах трансекти 10×80 м), рівномірно розміщених одна від одної (2 – у межах квадрата 10×10 м). На пробних площах 1,2Бк_Пож – 8 облікових ділянок (4 – в межах пробної площі). Детальніше методику досліджень описано у відповідних літературних джерелах та публікаціях автора [5, 15, 16].

Важливо зазначити, що наявність різних пробних площ пояснюють неможливістю закладання пробної площі прямокутної або квадратної форми у середньовіковому буковому лісостані, через орографію місцевості.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Для проведення досліджень з вивчення впливу низової пожежі на природні букові лісостани підібрано перестійний буковий лісостан (праліс), пошкоджений пожежею у вересні 2019 р. та середньовіковий буковий лісостан, пошкоджений пожежею у квітні 2020 року. Польові дослідження здійснювали у 2024 році.

ППП № 6 розташована у Підгірнянському лісництві, кв. 1, вид. 2. Пробні площі 1, 2Бк_Пож розташовані в Ільницькому лісництві, кв. 9, вид. 29. Лісівничо-таксаційну характеристику лісостанів на ділянках наведено у табл. 1. Можна констатувати, що пробні площі розташовані в оптимальних для бука умовах, про що свідчить лісівничо-таксаційна характеристика лісостанів.

Табл. 1. Лісівничо-таксаційна характеристика букових лісостанів за матеріалами лісовпорядкування (2022 р.) / Silvicultural-taxation characteristics of beech forest stands based on forest management materials, 2022

Лісництво	Кв./ вид.	Площа, га	Склад деревостану	$H_{сер}$, м	$D_{сер}$, см	Клас бонітету	Тип лісу	Повнота	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Експозиція	ВНРМ, м
Підгірнянське	1/2	33,2	7Бкл (211)3Бкл (111)+ Бкл (40)	35 23	52 24	I	D ₃ -Бк	0,7	430	Пд, 25°	750
Ільницьке	9/29	14,5	10Бкл (76)+Чш+Яз+Яв	29	28	I ^a	D ₃ -Бк	0,85	450	ПдС, 15°	500

Деревостан на ППП № 6 є природним за походженням, чистим за складом і складним за формою: виражені середній та нижній яруси (табл. 2). При цьому частка стовбурової деревини дерев, що ростуть у першому ярусі, є домінантною і становить 97,3 % (396,6 м³·га⁻¹). Деревя першого ярусу належать до першого розряду висот. Частка стовбурової деревини дерев другого і третього ярусів є незначною (2,3 %), а дерева належать

до 2 і 4 розрядів висот відповідно, що є очевидно: ростуть під наметом основного ярусу.

Стосовно мертвої деревини: на ППП № 6 об'єм природного відпаду становить 45,8 м³·га⁻¹. При цьому на ділянці переважають сухостійні або пошкоджені (до ступеня припинення росту) частини стовбурів з лежачими частинами крони, об'єм яких становить 43,8 м³·га⁻¹ (див. табл. 2). Це переважно дерева, які досягли віку фізіоло-

гічної стиглості та під впливом абіотичних і біотичних чинників зазнали пошкоджень (вітролом, трутовик та ін.). Їм притаманні 1-4 стадії розкладу мертвої деревини. Об'єм мертвих частин стовбурів і мертвих лежачих частин дерев, які не увійшли до наведеного вище переліку, становить $9,1 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Їм притаманні 3-5 стадії розкладу. Варто зазначити, що структура букового пралісу

на ділянці є характерною для букових пралісів Карпат [16]. Деревостан на ППП 1, 2Бк_Пож також є природним за походженням, чистим за складом та простим за формою, або умовно одновіковим (табл. 3). Відповідна структура деревостану на ділянках є типовою для середньовікових букових лісів, у яких проводять господарську діяльність [15].

Табл. 2. Лісівничо-таксаційна характеристика букового пралісу на ППП № 6 /
Silvicultural-taxation characteristics of a beech primeval forest on the permanent sample plot No 6

Склад деревостану	Розподіл за ярусами	Кількість дерев, N , шт.				$H_{сер.}$, м	$D_{сер.}$, см	G , $\text{м}^2 \cdot \text{га}^{-1}$	M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Р (відн.)	Роз-ряд висот
		на ділянці, шт.		на 1 га, шт.·га ⁻¹							
		загальна	бкл	загальна	бкл						
10Бк + Яв	Перший	64	64	128	128	33,5	48,8	26,4	396,6	0,6	1
	Другий	27	27	54	54	17,0	16,0	1,0	9,2	0,04	2
	Третій	35	35	70	70	8,0	8,0	0,4	1,6	0,02	4
Весь деревостан		126	126	252	252	—	—	27,8	407,4	0,66	—
Сухостійні дерева стоячі (природний відпад)		19	19	38	38	8,0	11,0	0,4	2,0	0,02	5
Сухостійні стоячі частини стовбура з лежачими частинами крони (природний відпад)		7	7	14	14	27,0	54,0	3,6	43,8	0,04	3
Мертві частини стовбура (сортименти) та мертві лежачі частини дерев (сортименти)									9,06		

Табл. 3. Лісівничо-таксаційна характеристика букових лісостанів на ППП 1,2 Бк_Пож /
Silvicultural-taxation characteristics of the beech forest stand on the permanent sample plot 1.2 Be_Pozh

Моніторингова ділянка	Склад дере- востану	Кількість дерев, N				$H_{сер.}$, м	$D_{сер.}$, см	G , $\text{м}^2 \cdot \text{га}^{-1}$	M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	P (відн.)	Розряд висот
		на ділянці, шт.		на 1 га, шт.га ⁻¹							
		загал ьна	бкл	загал ьна	бкл						
1Бк Пож	10 Бкл+Чш	41	41	410	410	30,8	31,0	32,6	454,4	0,8	1а
2Бк Пож	10Бкл	33	33	330	330	30,7	30,0	24,1	334,0	0,6	1а
Сер. значення	10 Бкл	37	37	370	370	30,75	30,5	28,35	394,2	0,7	1а

Отже, для аналізу впливу пожежі на природні букові лісостани підібрано праліс та середньовіковий буковий лісостан. За класом пожежної небезпеки ці природні букові лісостани, які ростуть у типі умов місцезростання Д₃, належать до IV класу пожежної небезпеки [12]. Пожежі на цих ділянках відбувалися майже в один період та низові – за видом. За інтенсивністю пожежі могли відрізнятися. Пожежа, яка сталася у буковому пралісі, слабка за інтенсивністю: висота полум'я сягала до 0,5 м. При цьому вигоріла лісова підстилка та обгоріли лежачі стовбури мертвих дерев. Пожежа, яка сталася у середньовіковому буковому лісостані, очевидно, середня за інтенсивністю: висота полум'я сягала 0,5-1,5 м (рисунок).



Рисунок. Низова пожежа у середньовіковому буковому лісостані, 2019 р. / Grassland fire in a medieval beech forest, 2019

В обох випадках причиною пожежі був антропогенний фактор – підпал. Важливо зазначити, що причина та період пожеж на території НПП є характерними для України загалом: населення є основним чинником виникнення пожеж, а у квітні зафіксовано найбільшу їх кількість [18]. Для встановлення впливу лісової пожежі на деревостан зроблено розподіл дерев на категорії тех-

нічної придатності, визначено стан дерев (табл. 4). Було встановлено, що у буковому пралісі частка дерев у першому та третьому ярусах є ідентичною, при цьому в першому ярусі переважають дерева, які віднесено до категорії "дров'яні".

За санітарним станом буковий деревостан на ППП є ослабленим: індекс санітарного стану становить 2,0, зокрема для першого ярусу – 2,4. За ступенем деградації фотосинтетичного апарату деревостан на ППП належить до "слабо ушкодженого": індекс дефоліації становить 18,6. При цьому втрата листової маси у дерев основного ярусу, порівняно з деревами підлеглого ярусу, є більшою, що очевидно, зважаючи на фізіологічний стан (вік) дерев. Розподіл дерев за класами Крафта виконано тільки для дерев першого ярусу (у складних деревостанах чітко не проглядається намет нижніх ярусів). Встановлено, що індекс класу Крафта становить 2,8. Розрахувавши коефіцієнти стійкості, визначено, що протяжність крони становить 0,72 і залежно від ярусу змінюється у межах 0,67-0,82. Коефіцієнт стрункості становить 0,92 і залежно від ярусу змінюється у межах 0,74-1,11. Відповідні коефіцієнти є підтвердженням природного розвитку лісостану та свідчать про стійкість до екологічних факторів [4].

Важливо зазначити, що в ідентичному за структурою буковому пралісі НПП (не пошкоджене пожежею), у першому ярусі переважає частка ділових дерев (89 % від загальної кількості дерев ярусу), при цьому за санітарним станом деревостан є ослаблений, зокрема індекс санітарного стану першого ярусу становить 1,8 [16]. За ступенем деградації фотосинтетичного апарату деревостан "слабо ушкоджений": індекс дефоліації першого ярусу становить 22,6. Тут під дефоліацією розуміють процес опадання листя з рослин, який може відбу-

ватися як природним шляхом через вплив несприятливих умов навколишнього середовища, так і штучно, за допомогою застосування дефоліантів. Природна дефоліація відбувається через вплив кліматичних факторів, таких як низька температура, посуха або короткий світ-

ловий день, в т.ч. й листопад. Штучна дефоліація проводиться для полегшення збирання врожаю, наприклад, у бавовництві, або для видалення хворих або пошкоджених листя. Використовують спеціальні хімічні речовини – дефоліанти, які викликають опадання листя.

Табл. 4. Показники стану букових деревостанів на постійних пробних площах, 2024 р. /
Indicators of the beech stand condition on the permanent sample plot, 2024

ППП	Розподіл за ярусами	Розподіл дерев за категоріями технічної придатності				Індекс санітарного стану	Індекс дефоліації	Індекс класу Крафта	Стійкість	Стрункість
		ділових, шт./%	напівділових, шт./%	дров'яних, шт./%	сухостійних, шт./%					
№ 6	Перший	24 / 34,3	5 / 7,1	35 / 50,0	6 / 8,6	2,4	26,9	2,8	0,67	0,74
	Другий			27 / 73,0	10 / 27,0	3,1	16,7	–	0,72	1,11
	Третій			35 / 77,8	10 / 22,2	0,6	7,1	–	0,81	1,05
	Разом	24	5	97	26	2,0	18,6	–	0,72	0,92
1Бк Пож		3 / 3,9	4 / 5,1	34 / 43,6	37 / 47,4	4,1	61,3	2,5	0,52	0,93
2Бк Пож		4 / 5,6		29 / 40,9	38 / 53,5	4,6	74,4	2,6	0,54	1,03

На відміну від пралісу, у середньовікових букових лісостанах частка сухостійних дерев переважає, і залежно від ділянки становить 47,4 та 53,5 %. За товарною структурою дерева належать до категорії "дров'яні" (див. табл. 4). За санітарним станом букові деревостани на пробних площах є всихаючими: індекс санітарного стану становить 4,1 та 4,6. За ступенем деградації фотосинтетичного апарату деревостани на ППП належать до "дуже ушкоджених": індекс дефоліації становить 61,3 та 74,4. Встановлено також, що індекс класу Крафта становить 2,5 та 2,6.

Розрахувавши коефіцієнти стійкості, визначено, що протяжність крони становить 0,52 (0,54). Коефіцієнт стрункості становить 0,93 і 1,03. Відповідні коефіцієнти є типовими для відповідних лісостанів. Важливо зазначити, що в ідентичному за структурою середньовіковому буковому лісостані НПП (не пошкоджені пожежею), індекс санітарного стану деревостану на секціях

ППП становить 1,8 та 2,1 [15]. Із пошкоджень переважає сухобокість, що типово для лісостанів, пошкоджених пожежею, особливо це стосується низових пожеж.

У середньовікових букових деревостанах частка пошкоджень дерев є значно більшою порівняно з сухобокістю (табл. 5). При цьому у відповідних деревостанах значна кількість дерев втратила життєву стійкість та масово пошкоджуються під впливом абіотичних чинників: частка вітроломних дерев на ділянках є переважаючою і становить 42,3 та 46,5 %. На окремих деревах (вітроломних або в яких наявні поперечні тріщини) вже спостережено сліди життєдіяльності стовбурових шкідників. На відміну від середньовікових букових деревостанів, за наявності слідів пожежі на деревах (сухобокості), деревостан пралісу не втратив типової для нього структури: частка пошкоджених дерев внаслідок абіотичних чинників (вітровал, бурелом) є незначною, і типова для букових пралісів [16].

Табл. 5. Розподіл дерев за видами пошкоджень на ППП, 2024 р. /
Distribution of trees by type of damage on the permanent sample plot, 2024

ППП / Розподіл за ярусами	Частка дерев за видами пошкоджень, %													Разом
	сухобокість (унаслідок пожежі)	тріщини (в т.ч. морозні)	механічні пошкодження	ребриста окоренуватість	дупла	нахил волокон	нахил стовбура	трутовик справжній (коріол)	нарости (стовбуровий шкідник)	вітровал, бурелом (злам) верхинки, стовбура	кривизна стовбура	поперечні тріщини	інші пошкодження (воляні патони)	
ППП № 6 / Перший	71,4 (64,3)	14,3	5,7	4,3	15,7	2,9		17,1	4,3	10,0	11,4			157,1
ППП № 6 / Другий	62,2 (59,5)	2,7	5,4		10,8		8,1	8,1		2,7	2,7		2,7	105,4
ППП № 6 / Третій	71,1 (71,1)	2,2	2,2				2,2						6,7	84,4
Разом	69,0 (65,1)	7,9 (6,6)	4,6	2,0	9,9	1,3	2,6	9,9	2,0	5,3 (4,6)	5,9		2,6	123,0
1Бк Пож	98,7		2,6		1,3		1,3	1,3 (6,4)	12,8	(42,3)		5,1	(11,5)	183,8
2Бк Пож	100,0		2,8				2,8	1,4 (9,9)	21,1	(46,5)		7,0	(2,8)	194,3

Якщо деревостан букового пралісу істотних пошкоджень не зазнав, то на молоде покоління (підріст) пожежа вплинула істотно: під наметом трапляється підріст, який належить переважно до вікових груп 3- та 4-річок і слабо диференційований за висотними групами (табл. 6). Частка екземплярів, які віднесено до групи старше 7 років, є незначною. За нашими дослідженнями [16], під наметом ідентичного букового пралісу (не пошкодженого пожежею), обліковано 10 тис. шт.-га⁻¹ екземплярів підросту, який добре диференційований за висотними групами та слабо диференційований за віковими групами: найбільше його у групі 7-річного віку і старше (98,8 %). Отже, під наметом пошкодженого пожежею

букового деревостану, через п'ять років кількість підросту відновилася.

На відміну від пралісів, під наметом середньовікового букового деревостану обліковано значно більшу кількість самосіву і підросту. Найбільше його у віковій групі 2-3-річки, що є очевидно: підріст сформований після пожежі. Облікований у висотних групах ≥ 25 см та 26-50 см (див. табл. 6). Варто зазначити, що під наметом ідентичного за таксаційними показниками деревостану (не пошкодженого пожежею), обліковано 40-60 тис. шт.-га⁻¹ екземплярів підросту, який добре диференційований за віковими групами та менш диференційований за висотними групами: найбільша його кіль-

кість у групі ≥ 25 см та значно менше у групі 26-50 см [15]. Отже, під наметом пошкодженого пожежею букового деревостану, через чотири роки кількість підросту деревних видів є майже у 6 разів більшою, ніж під наметом не пошкодженого пожежею деревостану. Склад

підросту відповідає складу материнського деревостану. При цьому для деревних видів характерні значні прирости, що не характерно для підросту, який формується під наметом материнських деревостанів, не пошкоджених пожежею.

Табл. 6. Розподіл підросту за віковими та висотними групами на ППП /
Distribution of the undergrowth by age and height groups on the permanent sample plot

Порода	Кількість підросту за віковими та висотними групами (см), шт-га ⁻¹ /%											
	1-річки	2-3-річки	4-7-річки	ст. 7 років	Всього	≤ 25	26-50	51-100	101-150	151-250	≥ 250	Всього
ППП № 6												
Бкл		<u>5625,0</u> 53,4	<u>2031,3</u> 19,3		<u>7656,3</u> 72,7	<u>7656,3</u> 72,7						<u>7656,3</u> 72,7
Бкл*				<u>2875,0</u> 27,3	<u>2875,0</u> 27,3					<u>750,0</u> 7,1	<u>2125,0</u> 20,2	<u>2875,0</u> 27,3
Разом		<u>5625,0</u> 53,4	<u>2031,3</u> 19,3	<u>2875,0</u> 27,3	<u>10531,3</u> 100,0	<u>7656,3</u> 72,7				<u>750,0</u> 7,1	<u>2125,0</u> 20,2	<u>10531,3</u> 100,0
1Бк Пож												
Бкл		<u>187500,0</u> 59,9	<u>37500,0</u> 12,0		<u>225000,0</u> 71,9	<u>167500,0</u> 53,5	<u>57500,0</u> 18,4					<u>225000,0</u> 71,9
Чш	<u>625,0</u> 0,2	<u>49375,0</u> 15,8	<u>625,0</u> 0,2		<u>50625,0</u> 16,2	<u>48125,0</u> 15,4	<u>2500,0</u> 0,8					<u>50625,0</u> 16,2
Яв	<u>3125,0</u> 1,0	<u>31875,0</u> 10,1	<u>2500,0</u> 0,8		<u>37500,0</u> 11,9	<u>28125,0</u> 8,9	<u>8125,0</u> 2,6	<u>1250,0</u> 0,4				<u>37500,0</u> 11,9
Разом	<u>3750,0</u> 1,2	<u>268750,0</u> 85,8	<u>40625,0</u> 13,0		<u>313125,0</u> 100,0	<u>243750,0</u> 77,8	<u>68125,0</u> 21,8	<u>1250,0</u> 0,4				<u>313125,0</u> 100,0
2Бк Пож												
Бкл		<u>241250,0</u> 93,3			<u>241250,0</u> 93,3	<u>180625,0</u> 69,8	<u>60625,0</u> 23,5					<u>241250,0</u> 93,3
Чш	<u>1875,0</u> 0,7		<u>1250,0</u> 0,5		<u>3125,0</u> 1,2	<u>1875,0</u> 0,7	<u>1250,0</u> 0,5					<u>3125,0</u> 1,2
Яв		<u>13750,0</u> 5,3	<u>625,0</u> 0,2		<u>14375,0</u> 5,5	<u>8750,0</u> 3,4	<u>5625,0</u> 2,1					<u>14375,0</u> 5,5
Разом	<u>1875,0</u> 0,7	<u>255000,0</u> 98,6	<u>1875,0</u> 0,7		<u>258750,0</u> 100,0	<u>191250,0</u> 73,9	<u>67500,0</u> 26,1					<u>258750,0</u> 100,0

Примітка: * підріст (великомірний), облікований у межах трансекти 10×80 м.

На ППП № 6 підлісок та трав'яне вкриття відсутнє: обліковано один екземпляр горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.). Аспект літній: серпень 2024 року. Варто зазначити, що під наметом букового пралісу в НПП підлісок також майже відсутній, натомість трав'яне вкриття є типовим для букових пралісів Українських Карпат [16].

На ППП 1Бк Пож загальне проективне вкриття становить 65 % і представлено такими видами: підмаренник запашний (*Galium odoratum* (L.) Scop.), стенокіс однорічний (*Erigeron annuus* (L.) Pers.), міцеліс стінний (*Mycelis muralis* (L.) Dumort.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), золототисячник звичайний (*Centaureum erythraea* Rafn.), молочай кипарисовий (*Euphorbia cyparissias* L.), конюшина золотиста (*Trifolium aureum* Pollich.), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.), вербозілля крапчасте (*Lysimachia punctata* L.), осот звичайний (*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.), малина звичайна (*Rubus idaeus* L.), молочай мигдалевий (*Euphorbia amygdaloides* L.), осока волосиста (*Carex pilosa* Scop.), бузина трав'яна (*Sambucus ebulus* L.), ожина шорстка (*Rubus hirtus* Waldst. et Kit.), шавлія залозиста (*Salvia glutinosa* L.), сідач конопляний (*Eupatorium cannabinum* L.).

На ППП 2Бк Пож загальне проективне вкриття є ідентичним з наведеною вище ділянкою. Однак, рясність є дещо більшою і становить 75 %. Додатково трапляються такі види: жовтозілля нечуйвітровий (*Erechtites hieraciifolia* (L.) Raf. ex DC.), злинка канадська (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.), лутак дикий (*Lactuca serriola* L.), ринник вузлуватий (*Scrophularia nodosa* L.), жабрій звичайний (*Galeopsis tetrahit* L.).

У середньовікових букових лісостанах, через п'ять років після низової пожежі істотно збільшилась щільність трав'яного вкриття та кількість видів, порівняно з деревостаном, не пошкодженим пожежею [15]. Аспект літній: серпень 2024 року. Асоціація бучина маренкова (*Fagetum asperulosum*). На ділянці трапляється вихід кам'янистих порід на поверхню. Тип умов місця зростання: D^C_3 (сугрудовий підтип вологого грудю).

Аналізуючи трав'яне вкриття після пожежі, можна зауважити: пожежа істотно вплинула на трав'яне вкриття букового пралісу та середньовікового букового лісостану. У першому випадку – трав'яне вкриття ще не відновилося, а у другому – через істотну зміну екологічних умов (втрати деревостану) – на ділянках трапляється значна кількість видів, не характерних для букових лісів.

За результатами наших досліджень, лісова пожежа істотніше пошкодила середньовіковий буковий деревостан. При цьому основна частка збитків також припадає на втрати через зменшення товарності деревини та необхідність здійснення природоохоронного заходу (санітарного рубання вибіркового). Стосовно букового пралісу, то здійснення природоохоронних заходів у цих екосистемах не передбачено нормативно-правовими актами. До того ж на четвертий рік після пожежі спостерігається позитивна динаміка відновлення кількості підросту. Деревостан пралісу не втратив типової для нього структури: частка пошкоджених дерев внаслідок абіотичних чинників (вітровал, бурелом) є незначною, і типова для букових пралісів Карпат.

Обговорення результатів дослідження. У роботі [8] зазначено, що на території Європи, Близького Сходу та Північної Африки кількість пожеж за останні 20 років істотно збільшилася. Так, 2022 р. у Європейському Союзі став другим найгіршим роком за площею лісових пожеж. Унаслідок відповідних пожеж завдано істотних збитків природним екосистемам, оцінити які повною мірою неможливо.

За даними дослідження [22] встановлено, що на території України кількість та площа лісових пожеж за останні 20 років також істотно збільшилися. Визначено, що до найбільш пожежонебезпечних регіонів України належать Херсонська, Луганська, Київська, Донецька, Запорізька та Дніпропетровська області [20]. При цьому встановлено, що основними чинниками, які мають найбільший вплив на підвищення пожежної безпеки, є: щільність населення, частка соснових лісів, норма за кількістю опадів упродовж пожежонебезпечного сезону, норма за середніми температурами впродовж пожежонебезпечного періоду.

У насадженнях сосни звичайної, пошкоджених низовими пожежами різної інтенсивності, основна частка збитків припадає на втрати через зменшення товарності деревини сосняків (56-68 %) [9]. Також істотною є частка витрат на проведення рубань з урахуванням відведення та трелювання деревини (понад 22 %). Найменшими виявилися витрати на лісовідновлення згарищ (6-12 %) і проведення доглядових рубань (5-10 %).

Стосовно впливу пожежі на листяні лісостани, то досліджено обвуглювання стовбурів листяних дерев під час лісових пожеж у межах Українського Розточчя [11]. Встановлено, що найнижчий ступінь обвуглювання має дуб звичайний, який упродовж 10 хв прогорів на 38 мм (за діаметра колоди 124 мм). Такі породи, як граб звичайний та клен гостролистий повністю перегоріли за 10 хв (за діаметрів 129 та 140 мм відповідно). Ступінь обвуглювання бука, на думку автора, буде близькою до граба: граб є породою заміником для бука.

Дослідження ймовірних змін пожежної безпеки в лісах України, в умовах зміни клімату, дали змогу моделювати сценарії зміни щільності та площі лісових пожеж на основі аналізу регіональних моделей зміни клімату [21]. Автори встановили, що на території Українських Карпат, Закарпатської обл. зокрема, ризики виникнення лісових пожеж є найнижчими.

Варто відзначити, що на території Українських Карпат проведені й інші дослідження, які стосуються стійкості букового пралісу до абіотичних факторів. Зокрема, у роботі [14] зазначено, що вітровал 2007 р. (втрачено понад 25 % дерев у окремих ступенях товщини) не зруйнував праліс – за три роки після стихії повнота деревостану відновилася, а зменшення запасу деревини не перевищувало 10 %. Аналіз реакції букового пралісу на сильний вплив вітру підтверджує гіпотезу про максимальну стійкість таких лісових екосистем до стихійних явищ, а ідентифіковані кількісні зміни дали змогу розробити принципову схему сильного впливу вітру на праліс.

У роботі [6] наведено результати оцінювання ризику виникнення лісових пожеж та їх картографування на підставі ГІС. Автори вважають, що лісові пожежі – це звичайне лихо в реальному житті, яке спричиняє величезні втрати життя, майна та екології. У своєму дослідженні вони наведено модель оцінювання ризику для виявлення, класифікації та картографування зон ризику появи лісових пожеж. Ця модель розглядає три частини, а саме:

ідентифікацію небезпек, аналіз вразливості та аналіз можливостей реагування на надзвичайні ситуації. Перша частина зосереджена на кількох факторах впливу на лісові пожежі, враховуючи землекористування, топографію та метеорологію, де розташований ліс. Друга частина стосується щільності населення та цінності лісових ресурсів. Третя частина – це можливості реагування на лісові пожежі, враховуючи лісову пожежну бригаду, сторожову вежу та джерело води для вертольотів. За допомогою просторової аналітичної процедури ГІС визначається ризик появи лісових пожеж від висотної до низової, залежно від його чутливості до пожежі або здатності викликати на розвиток пожежі [23]. Просторовий аналітик використовується для поєднання деяких окремих факторів впливу на картах появи ризику для відображення загальної карти ризику виникнення пожежі. Вагомість кожного фактора визначається за допомогою аналізу сірої відносності GRA (англ. *Grey Relativity Analysis*). Ця модель ілюструється на прикладі ризику появи лісових пожеж у Китаї. Вважається, що картографування ризиків корисне для управління лісовими пожежами, щоб мінімізувати небезпеку їх виникнення та подальшого розвитку.

Зважаючи на означене вище, можна констатувати: лісові пожежі завдають істотних збитків лісовим екосистемам не тільки на території України, а і за її межами. За останні 20 років простежено тенденції до збільшення кількості лісових пожеж. Найбільшу кількість збитків лісові пожежі завдають сосновим насадженням, що є очевидно – домінантна порода на території України. Стосовно листяних насаджень, то досліджено тільки обвуглювання стовбурів листяних дерев під час лісових пожеж у межах Українського Розточчя. Змодельовано також, що на території Українських Карпат, Закарпатської обл. зокрема, ризики виникнення лісових пожеж є найнижчими. Однак, пожежі досить часто трапляються і в умовах Карпат, де бук лісовий є однією з основних лісотвірних порід. Тому результати наших досліджень актуальні саме для Карпатського регіону. А, зважаючи на те, що саме в цьому регіоні зосереджено найбільше букових пралісів [17] (значна частина яких є об'єктом Всесвітньої природної спадщини ЮНЕСКО) – підвищує значущість цього дослідження у контексті вивчення стійкості букових лісостанів до антропогенних чинників.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – розроблено методику встановлення впливу низової пожежі на природні букові лісостани – середньовіковий буковий лісостан та буковий праліс, яка, на відміну від відомих, дає змогу відстежувати тенденції уповільнення їх природної регенерації та скорочення лісового вкриття.

Практична значущість результатів дослідження – результати досліджень дають змогу розуміти вплив низової пожежі на природні букові лісостани і можуть бути використані під час планування природоохоронних (лісогосподарських) заходів у відповідних лісостанах на території Українських Карпат.

Висновки / Conclusions

Досліджено стан середньовікового букового лісостану та букового пралісу після низової пожежі, що дало змогу відстежити тенденції уповільнення їх природної

регенерації та скорочення лісового вкриття. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Встановлено, що середньовіковий буковий деревостан на четвертий рік після низової пожежі за санітарним станом є всихаючим, а за ступенем деградації фотосинтетичного апарату – "дуже uszkodженим". Під його наметом сформувалося значна кількість самосіву і підросту, який представлений 2-3- річками, належить до висотних груп ≤ 25 см та 26-50 см, характеризується інтенсивним приростом і відповідає складу материнського деревостану. Для трав'яно-чагарникового ярусу характерна висока рясність видів, на відміну від лісостанів, не пошкоджених пожежею, що свідчить про істотну зміну умов.
2. На відміну від середньовікового букового деревостану, низова пожежа не так істотно пошкодила буковий праліс: деревостан на п'ятий рік після низової пожежі за санітарним станом є ослабленим, а за ступенем деградації фотосинтетичного апарату – "слабо uszkodженим". Під його наметом сформувалося значна кількість самосіву і підросту, який представлений 3-4-річками, належить до висотних груп ≤ 25 см і відповідає складу материнського деревостану. Частка підросту, яку віднесено до групи старше 7 років, є незначною. Трав'яно-чагарниковий ярус не відновився: поодинокі трапляються окремі види.

Подяки. Автор статті висловлює щирі подяки працівникам НПП "Зачарований край" за допомогу в проведенні польових досліджень, а саме: науковому співробітнику В. В. Лутаку, молодшому науковому співробітнику І. В. Котубею та інспекторам з охорони ПЗФ.

References

1. Andreieva, O. Yu., Sydorenko, S. H., & Martynchuk, I. V. (2023). Forest flammability in Volyn and Zhytomyr Polissia. *Forestry and Forest Melioration*, 142, 89–96. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.95>
2. Borecki, T., & Keczynski, A. (1992). *Atlas of the loss of the assimilation apparatus in forest trees*. Warszawa: Agencja Reklamowa ATUT, 49. [In Poland]. URL: <https://szewska64.pl/product/atlas-ubytku-aparatu-asymilacyjnego-drzew-lesnych?id=86590>
3. Borsuk, O. A., & Sydorenko, S. H. (2022) Monitoring of wildfires in natural complexes of the Chornobyl Exclusion Zone and Compulsory Resettlement Zone under the influence of russian aggression. *Forestry and Forest Melioration*, 141, 95–101. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.95>
4. Cherniavskyi, M. V. (Ed.), Shvitter, R., Kovalyshyn, R., et al. (2006). Close-to-nature forestry in the Ukrainian Carpathians. Lviv: Piramida, 88. [In Ukrainian]. URL: <https://forza.gov.ua/uk/nablizhene-do-prirodi-lisivnictvo-v-ukrayinskih-karpatah>
5. Commarmot, B., Brändli, U.-B., Hamor, F., & Lavnyy, V. (Eds.). (2013). *Inventory of the largest primeval beech forest in Europe*. Rakhiv: Carpathian Biosphere Reserve. URL: https://www.researchgate.net/publication/317033382_Commarmot_B_Brandli_U-B_Hamor_F_Lavnyy_V_eds_2013_Inventory_of_the_Largest_Primeval_Beech_Forest_in_Europe_A_Swiss-Ukrainian_Scientific_Adventure_Birmensdorf_Swiss_Federal_Research_Institute_WSL_Lviv
6. Gai, C., Weng, W., & Yuan, H. (2011). GIS-Based Forest Fire Risk Assessment and Mapping. 2011 *Fourth International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, Kunming and Lijiang City*, China, pp. 1240–1244. <https://doi.org/10.1109/CSO.2011.140>
7. Grom, M. M. (2007). *Forest assessment*. Lviv: UNFU, 416 p. [In Ukrainian]. URL: <https://f.eruditor.link/file/936221/>
8. Kok, E. G., & Stoof, E. C., et al. (Eds.). (2023). Country report for The Netherlands, in San-Miguel-Ayanz. *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. JRC135226. <https://doi.org/10.2760/871593>
9. Melnyk, Ye. Ye., Voron, V. P., Sydorenko, S. H., & Koval, I. M. (2023). Economic losses caused by fires in years of the fire peak in the most frequently fire-damaged stands in the Kharkiv green belt. *Forestry and Forest Melioration*, 142, 116–123. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.142.2023.116>
10. Methodical recommendations on forest monitoring of Ukraine of the I level. (2011). Kharkiv: UkrNDILHA. [In Ukrainian]. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t14-rekomendation-monitoring.pdf>
11. Popovych, V. V., Hapalo, A. I., & Bashinsky, O. I. (2020). Broad-leaved tree trunks charring during forest fires within the Ukrainian Roztochya. *Fire Safety*, 37, 58–63. <https://doi.org/10.32447/20786662.37.2020.09>
12. Procedure for organizing forest protection. (2022, May). [In Ukrainian]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/612-2022-%D0%BF#Text>
13. Sanitary Forests Regulations in Ukraine. (2016, October). [In Ukrainian]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text>
14. Shparyk, Yu. S., Viter, R. M., & Shparyk, V. Yu. (2018). Influence of natural factors on the dynamics of the beech (*Fagus sylvatica* L.) virgin forest of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(7), 13–16. <https://doi.org/10.15421/40280702>
15. Shyshkanynets, I. F., & Lutak, V. V. (2022). Experimental plots for the reorganization of stands in "Zacharovanyi Krai" National Nature Park. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(4), 18–25. <https://doi.org/10.36930/40320403>
16. Shyshkanynets, I., Zadorozhnyy, A., Potish, L., & Mihaly, A. (2024). The state and structure of beech primeval forests in the "Zacharovanyi Krai" National Nature Park. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(3), 8–24. <https://doi.org/10.31548/forest/3.2024.08>
17. Smaliychuk, A. (2019). Old-growth and virgin forests of Ukrainian Carpathians: Geospatial pattern and prospects of conservation. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 53, 301–314. <https://doi.org/10.30970/vvg.2019.53.10680>
18. Smotr, O. O. (2010). The structural analysis of the forest fires, the dynamics of their growth and extension. *Scientific Bulletin of UNFU*, 20(4), 69–75. [In Ukrainian]. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2010/20_4/69_Smotr_20_4.pdf
19. State Forest Resources Agency of Ukraine. (2024). *Public report of the Head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2023*. [In Ukrainian]. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/uploaded-files/Publichnii%20zvit%20Golovi%202023.pdf> (Accessed: 2 April 2024)
20. Sydorenko, S. H., & Sydorenko, S. V. (2020). Analysis of fire risks in Ukrainian forests as a prerequisite for a national forest-fire zoning. *Forestry and Forest Melioration*, 137, 91–101. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.137.2020.91>
21. Sydorenko, S. H., Balabukh, V. O., Melnyk, Ye. Ye., Voron, V. P., Koval, I. M., & Sydorenko, S. V. (2024). Assessment of potential changes in the fire danger in the Ukrainian forests under the climate change. *Forestry and Forest Melioration*, 145, 76–89. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.145.2024.76>
22. Voron, V. P., Koval, I. M., Sydorenko, S. G., Melnyk, E. E., Tkach, O. M., Borysenko, V. G., Tymoshchuk, I. V., & Bologov, O. Yu. (2021). Pyrogenic transformation of forests of Ukraine. Kharkiv: Planet-Print, 286 p. [In Ukrainian]. URL: https://www.researchgate.net/publication/353840302_Pirogen-na_transformacia_cosnakiv_Ukraini
23. Yang, G., & Di, X. (2011). Adaptation of Canadian Forest Fire Weather Index system and it's application. 2011 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering, Shanghai, China, pp. 55–58. <https://doi.org/10.1109/CSAE.2011.5952422>
24. Zibtsev, S. V., Soshenskyi, O. M., Gumeniuk, V. V., & Koren, V. A. (2019). Long term dynamic of forest fires in Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(3), 27–40. <https://doi.org/10.31548/forest2019.03.027>

IMPACT OF SURFACE FIRE ON NATURAL BEECH STANDS IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS

Systematic observation and long-term monitoring of the condition and dynamics of natural complexes, ecosystems, and climatic factors are integral components of the activities carried out by nature reserve fund institutions. In this context, the assessment of post-fire effects on natural beech (*Fagus sylvatica*) stands is of particular relevance to the research objectives of the scientific department of a national nature park. To this end, natural beech stands affected by surface fires in 2019 and 2020 were selected for study. The 2019 fire impacted a primeval beech forest, while the 2020 fire affected a middle-aged beech stand. Research was conducted on permanent sample plots established in 2024, employing standard methodologies commonly used in forest disturbance and regeneration studies. The findings indicate that, four years after the fire, the middle-aged beech stand is experiencing severe dieback. Based on phytosanitary assessment, the stand is classified as "declining," and the degradation of its photosynthetic apparatus is rated as "severely damaged." Nonetheless, significant natural regeneration has developed under the canopy, represented by 2-3-year-old seedlings and saplings, predominantly within the height classes ≤ 25 cm and 26–50 cm. These young individuals exhibit vigorous growth and reflect the species composition of the overstory. The herbaceous – shrub layer is characterized by high species abundance, which is atypical for undisturbed beech forests and indicates substantial alteration of site conditions. In contrast, the primeval beech forest was less severely affected by the surface fire. During the fifth year of post-disturbance, the stand phytosanitary condition is assessed as "weakened," with the photosynthetic apparatus rated as "slightly damaged." Natural regeneration beneath the canopy is abundant and primarily consists of 3-4-year-old individuals within the ≤ 25 cm height class, consistent with the composition of the parent stand. The proportion of older regeneration (originating before the fire) is low, accounting for only 27.3 %. The herbaceous – shrub layer has not yet recovered; only isolated species are present sporadically. To conclude, the study reveals that primeval beech forests demonstrate greater resilience to surface fire compared to middle-aged beech stands.

Keywords: primeval forest; middle-aged stand; tree damage; stand sanitary condition; defoliation; regeneration.