УДК 630*439(571/51)
DOI: https://doi.org/10.62466/2786-9350-2024-3-7

В. Б. Левченко[1], І. Д. Іванюк[1], О. В. Бєльська[2]
[1]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна
[2] Державна установа «Житомирська обласна фітосанітарна лабораторія», Житомир, Україна

ТРАНСФОРМАЦІЯ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА В ПОСТПІРОГЕННИЙ ПЕРІОД

Розкрито актуальні питання лісопатологічного стану сосни звичайної постпірогенного періоду в умовах Поліського природного заповідника. Проаналізовано вплив лісових пожеж різної інтенсивності на соснові деревостани і постпожежні сукцесії. Встановлено, що значні постпірогенні зміни в соснових деревостанах Поліського природного заповідника виявлено після пожеж 2020 року саме високої інтенсивності. Виявлено кореляційну залежність між кількістю відпаду дерев в соснових деревостанах та інтенсивністю лісової пожежі. Проведено постпірогенній моніторинг та оцінено після пожежні сукцесій в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень. Проаналізовано зміни видового складу та структури надґрунтового трав'яного покриву в лісорослинних умовах $А_{1-2}$, $В_{2-3}$, а також природне поновлення деревостану сосни звичайної після масштабних лісових пожеж 2020 року. Встановлено залежність кількості згорілої фітомаси від інтенсивності та тривалості лісового пірогенезу в мовах Поліського природного заповідника. Доведено, що в результаті масштабних лісових пожеж 2020 року в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, кількість надземної фітомаси від впливу низькоінтенсивних лісових пожеж знизилась на 12-15%, а від високоінтенсивних на 70,2-73,4%, залежно від лісорослинних умов. Встановлено, що найбільша кількість накопичення надґрунтової фітомаси відбувається в перші 2-3 роки після масштабних лісових пожеж. Доведено, що найбільша інтенсивність відмирання дерев внаслідок термічного впливу і пожежної підсушини по межі діючих осередків лісової пожежі спостерігається в перші 2-3 роки. Встановлено, що в результаті відпаду дерев в постпірогенній період, мортмаса (підстилка, сучки, повалені дерева) після пожеж високої інтенсивності збільшилась в 3 рази. Досліджено, що після масштабних лісових пожеж високої інтенсивності в соснових деревостанах Поліського природного заповідника відбувається перерозподіл надґрунтової фітомаси рослинності в мортмасу. Встановлено і доведено залежність накопичення надґрунтової фітомаси від інтенсивності лісової пожежі і часу постпірогенного впливу для умов як Поліського природного заповідника, так і зони Центрального Полісся України. Проведені дослідження дають можливість на підставі результатів моніторингу допожежного стану сосняків Поліського природного заповідника, інтенсивності пірогенезу, прогнозувати ступінь впливу лісових пожеж різної інтенсивності

[1]**Левченко Валерій Борисович**, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: waleriy07@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-3638-1015;
[1]**Іванюк Ігор Дмитрович,** д-р с.-г. наук, професор. .E-mail:mltk-1927@ukr.net; http://orcid.org/0000-0002-4969-8783;
[2]**Бєльська Ольга Валеріївна,** провідний фахівець. E-mail: olucky@i.ua; https://orcid.org/0000-0002-1745-344X.

на компоненти лісу, постпірогенну сукцесію та відновлення сосняків Поліського природного заповідника.

Ключові слова: *ліс, заповідник, моніторинг, пірогенез, сукцесія, відпад, прогноз, мортмаса, трансформація.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Лісові пожежі є одним з екологічних факторів формування лісової рослинності та лісорослинних умов [1, 2]. Соснові ліси протягом всього свого історичного генезису існують у режимі постійно діючих пожеж з періодичністю, що визначається їх широтним місцезнаходженням та ізольованістю ландшафтів [3, 4]. Екологічна реакція природних лісових екосистеми на вплив пожеж проявляється по-різному і залежить від виду та інтенсивності пожежі, кліматичних особливостей регіону, складу деревостану, структури нижніх ярусів рослинності та ряду інших факторів [5, 6]. В сучасності існує цілий ряд різних моделей для опису наслідків впливу пожеж на компоненти екосистеми [7, 8, 9]. Оцінюючи вплив пожеж на компоненти екосистеми виділяють коротко- та довгострокові наслідки [10]. Короткострокові наслідки пожеж виникають під час горіння або відразу після нього як результат безпосереднього теплового впливу процесу горіння на компоненти лісових екосистем [11]. До них відносяться згоряння лісових горючих матеріалів (ЛГМ), або фітомаси, нагрівання ґрунту, пожежна підсушина, опіки чи загибель рослин і тварин, ґрунтової флори та фауни [12].

Довгострокові наслідки впливу пожеж – явища, що виникають після пожежі протягом більш тривалого періоду (дні, місяці, роки). До них відносяться постпірогенна трансформація ґрунту, ґрунтової фауни та флори, відпад дерев, накопичення фітомаси, післяпожежна сукцесія рослинності [13]. Короткострокові наслідки лісових пожеж визначаються метеоумовами, що передують горінню лісів і впливають на висихання лісових горючих матеріалів (ЛГМ), та власне процесом горіння [14]. Кількість згорілої фітомаси – одне з важливих короткострокових наслідків лісового пірогенезу, що визначає ряд наступних явищ. При горінні фітомаси виділяється тепло, що впливає на дерева, ґрунтовий покрив і ґрунт, і чим більше згоряє фітомаси, тим сильніший вплив виявляється на компоненти лісового деревостану [15]. Вплив вогню на компоненти лісової екосистеми під час пожежі визначає і довгострокові наслідки. На ступінь ушкодження деревостану під час горіння і наступний відпад дерев впливає низка екологічних, орографічних та кліматичних факторів [16]. Дослідники неодноразово відзначали високу стійкість сосни звичайної до дії пожеж [17-19]. На їхню думку, успішне виживання сосни після пожеж забезпечується морфологічними та фізіологічними особливостями цієї породи, здатністю до заживлення уражених пожежею ділянок стовбурів, а також можливістю безперервного самовідновлення та тривалого стійкого існування сосни в умовах постійного впливу циклічних пожеж.

Цілком зрозуміло, що лісові пожежі, які виникають від різних джерел, в тому числі і антропогенного, а з початком військової агресії України, і військового походження, швидко поширюються по території природно-заповідного фонду, і не можуть бути основою для моделювання постпірогенного сукцесійного процесу. Параметри їх невідомі, про їх інтенсивність можна судити лише за непрямими показниками. Екологічні наслідки таких пожеж важкоспівставні з параметрами пірогенного впливу і також класифікуються за непрямими показниками [20]. В цьому випадку необхідні відомості можна отримати тільки експериментально при моделюванні пожеж, або дослідженні постпірогенезу на територіях, де вони раніше відбулись, з визначеними характеристиками поведінки вогню та наступним моніторингом післяпожежної лісової сукцесії [21].

Після масштабних лісових пожеж 2020 року в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника вперше за період 2020–2024 роки нами було проведено серію великомасштабних експериментів з моделювання поведінки пожеж різної інтенсивності в умовах об'єктів природно-заповідного фонду, що дозволили отримати характеристики стану сосняків до пожежі, параметри поведінки пожежі (що на відміну від спостережень на згарищах) дає можливість точної оцінки глибини прогорання, кількості згорілих матеріалів, допожежної кількості фітомаси і структури живого надґрунтового покриву), а також провести тривалий моніторинг наступних змін основних компонентів лісових деревостанів. Мета наших досліджень полягала в оцінці впливу лісових пожеж з відомими параметрами на основні компоненти насаджень сосняків лісорослинних умов $А_{1-2}$, $В_{2-3}$ Поліського природного заповідника.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження пірогенного впливу на сукцесії соснових деревостанів Поліського природного заповідника проводили в лісорослинних умовах $А_{1-2}$, $В_{2-3}$ Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень. Дослідження проводились на раніше закладених пробних площах після закінчення пожеж 2020 року.

Оцінка відпаду дерев проводилася за методикою, в основу якої покладено метод квадратів, що виходять з однієї центральної точки [10]. При цьому методі у точках базової сітки відбирали по чотири найближчих дерева (по одному у кожному квадраті). Всього оцінювали стан не менше 100 дерев діаметром 10 см і більше на кожній ділянці. У кожного визначеного дерева вимірювали висоту, діаметр стовбура на висоті 1,3 м від основи, висоту до живої частини крони, а також ступінь заселення комахами. Після пожежі оцінювали стан крони, утворення пожежної підсушини, обгорання кореневих лап, висоту нагару та ступінь заселення комахами. Відпад оцінювали за кількістю загиблих дерев у відсотках від їхньої загальної кількості. Фітомасу деревостану визначали методом перелікової таксації та взяття модельних дерев. Всього на кожній пробній площі було взято по 30 модельних дерев, що належать до різних ступенів товщини. Всі сосняки на експериментальних ділянках було пройдено як низовими, так і верховими пожежами. На пробній площі 11 спостерігався перехід вогню в крони дерев. Пожежі з інтенсивністю до 2000 кВт/м відносять до низькоінтенсивних, від 2001 до 4000 кВт/м – до середньоінтенсивних та понад 4000 кВт/м - до високоінтенсивних [5, 8, 12]. Пожежі високої інтенсивності розвинулися на пробних площах № 6 та 11, середньої - на №: 1, 4, 8, 10, низької - на пробних площах №: 2, 3, 5, 7, 9, 12, 13. Після пожеж у сосняках на закладених пробних площах проводили спостереження за станом компонентів насадження, зміною їх фітомаси та післяпожежної сукцесії.

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідження впливу пожеж з відомими параметрами на компоненти соснового деревостану в умовах Поліського природного заповідника включали оцінку короткострокових змін, що виникають у процесі горіння. З короткострокових змін ми розглядали згоряння фітомаси, тривалість впливу високих температур на дерева, а з довгострокових - відпад дерев, накопичення фітомаси, післяпожежну сукцесію рослинності в лісорослинних умовах A_{1-2}, B_{2-3} Переганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ (рис. 1).

а) б) в)

Рис. 1. Постпожежна сукцесія в лісорослинних умовах A_{1-2}, B_{2-3} Перганського ПНДВ після низових пожеж високої (5611 кВт/м, верхній ряд) та низької (1067 кВт/м, нижній ряд) інтенсивності через 2 (а), 3 (б) і 4 (в) роки

В насадженнях на експериментальних ділянках згорілі під час пожежі лісові горючі матеріали (ЛГМ) склали від 17,6 до 74,1 % від надґрунтової фітомаси до пожежі, залежно від інтенсивності горіння (табл. 1).

Таблиця 1

Повнота згорання лісових горючих матеріалів відносно частки фітомаси до пожеж 2020 року

Інтенсивність пожежі	№ пробної площі	Глибина прогорання, см	Чорничники, брусничники	Дерева, що упали	Відпад	Мохи, лишайники, підстилка	Всього згоріло фітомаси	
							кг/м^2	%
Копищанське ПНДВ								
Низька	2	3,3	100	3,1	100	16,6	0,96	17,6
	3	3,9	100	30,8	100	32,5	1,42	34,3
	5	4,7	100	23,7	100	47,4	2,10	43,1
	7	3,5	100	6,3	100	26,3	1,08	26,1
	9	4,2	100	30,4	100	28,0	1,60	34,0
Середня	1	4,4	100	2,6	100	24,7	1,35	21,7
	4	4,0	100	13,0	100	27,1	1,29	29,2
	8	4,1	100	30,1	100	25,3	1,36	28,8
Висока	6	6,4	100	45,7	100	80,8	3,07	74,1
НІР$_{005}$	-	1,14	1,23	1,47	1,23	1,76	1,20	1,44
Перганське ПНДВ								
Низька	12	3,3	100	31,4	100	42,3	1,63	42,3
	13	3,0	100	49,1	100	21,6	1,13	34,6
Середня	10	5,6	100	33,0	100	32,7	1,92	44,1
Висока	11	6,6	100	26,6	100	46,5	3,14	47,8
НІР$_{005}$	-	1,18	1,23	1,27	1,23	1,54	1,22	1,37

Підстилка збереглася лише частково. Всього згоріло від 1 до 3 кг/м^2 фітомаси. Максимально кількість надґрунтової фітомаси зменшилась на 74% від допожежного значення (пробна площа № 6) після пожежі високої інтенсивності. Кількість згорілої фітомаси тісно пов'язана з попередніми погодними умовами (коефіцієнт кореляції 0,75), що характеризуються показником вологості (ПВ-1), введеним для оцінки пожежної небезпеки у лісі за погодою, при розрахунку якого використані дані про опади, температуру повітря та точку роси (рис. 2).

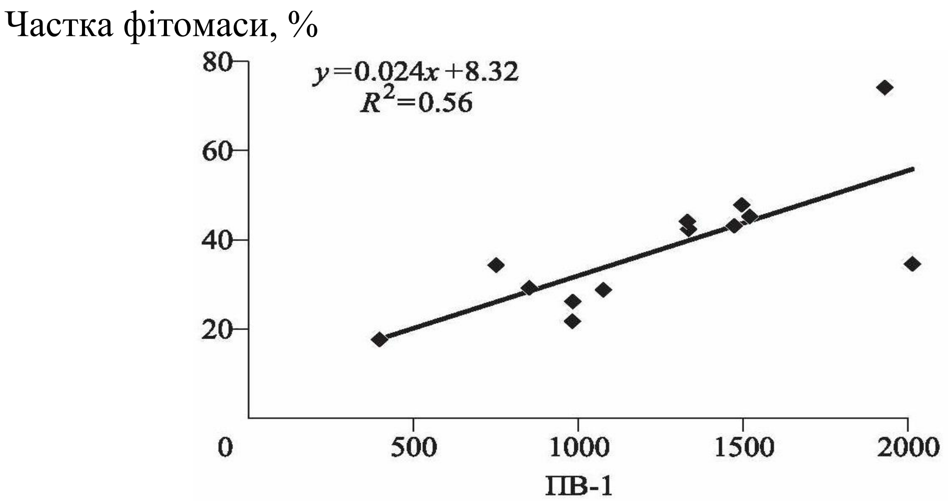


Рис. 2. Зв’язок частки згорілої фітомаси (від кількості фітомаси до пожеж 2020 року, %) з величиною показника ПВ-1 в умовах Перганського ПНДВ

Температура при згорянні ЛГМ на поверхні підстилки варіювала від 650 до 1010°С. Температура на поверхні кори стовбура в комлевій частині дерева досягала 627-732°С. Температура під корою дерева у зоні камбію і флоеми під час проходження кромки вогню піднімалася від 294 до 486°С протягом 3-4 хв. Після проходження кромки вогню зниження температури до 50°С тривало протягом 5-6 хв. Таким чином, живі тканини стовбура піддавалися впливу температури більшої за 50°С понад 8-10 хв. При температурі 50°С і вище під корою відбувається загибель клітин камбію та флоеми. При сильному термічному пошкодженню камбію відбувається відмирання дерева. Під час пожежі загибель дерева відбувається в основному при пошкодженні вогнем хвої крон та обгоранні поверхневих кореневих лап. При низових пожежах до 80% тепла надходить з нагрітими газами в крони дерев. У наших дослідженнях при середньоінтенсивній пожежі опал крони зафіксовано у 25 % дерев на пробній площі № 10 та більш ніж у 75 % на пробній площі № 11 при перекиданні вогню на деревостан під час пожежі високої інтенсивності.

При термічному пошкодженні камбію стовбура і коріння дерев, відбувається ослаблення їх життєвого стану і створюються умови для заселення їх комахами. Ми виявили залежність кількості дерев, що відпали від висоти нагару та ступеня ураженості ентомошкідниками. Таким чином, всихання дерев відбувається не тільки внаслідок безпосереднього термічного впливу на дерева, а й подальшого послаблення їхнього життєвого стану. Після високоінтенсивних пожеж відпад дерев відбувається протягом перших двох-трьох років після пожежі (87-92% від всіх відпалих дерев за період досліджень). Після середньо- та низькоінтенсивних пожеж він більш розтягнутий за часом, але основна частина відпаду (до 70-75 % від всіх дерев, що відпали за період спостереження) також припадає на перші роки після пірогенного впливу (табл. 2).

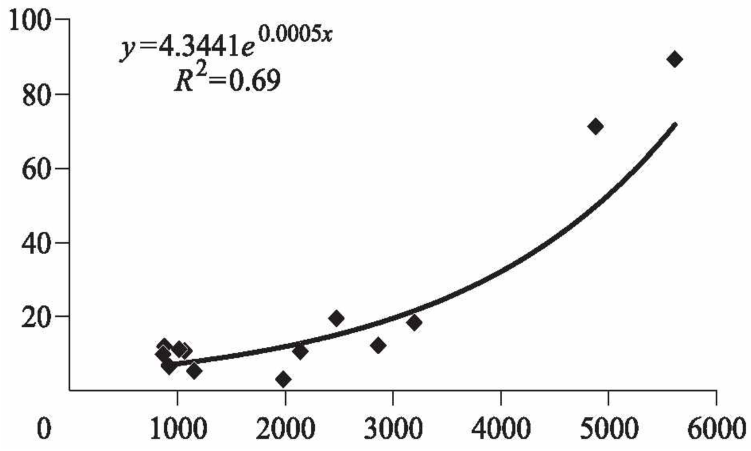
Таблиця 2

Динаміка відпаду дерев в соснових деревостанах після пожеж різної інтенсивності Поліського природного заповідника (середнє за 2020 – 2024 роки)

Інтенсивність пожежі	Пробна площа	Період після пожежі, років			
		1	2	3	4
Копищанське ПНДВ					
Низька	2	3,2	3,2	4,3	5,3
	3	2,4	5,9	8,2	-
	5	2,4	4,8	4,8	4,8
	7	4,0	5,0	5,0	6,0
	9	0	1,0	1,0	-
Середня	1	4,2	5,2	7,3	73
	4	12,2	14,3	14,3	143,
	8	5,1	6,1	8,1	-
Висока	6	82,1	86,9	88,1	89,3
$НІР_{005}$	-	1,43	1,27	1,46	1,34
Перганське ПНДВ					
Низька	12	3,3	5,4	5,4	7,6
	13	3,2	4,2	6,4	6,4
Середня	10	11,8	16,1	16,1	16,1
Висока	11	61,8	70,1	70,1	70,1
$НІР_{005}$	-	1,42	1,34	1,39	1,40

Нами було встановлено залежність частки дерев, що відпали (від допожежної їх кількості, %) залежно від інтенсивності горіння (коефіцієнт кореляції становить 0,88) (рис. 3).

Частка відпаду дерев, %



Інтенсивність пожежі, кВт/м

Рис. 3. Залежність частки відпалих дерев у сосняках (від допожежної їх кількості, %) від інтенсивності горіння в умовах Копищанського ПНДВ

Пошкодження та відпад дерев діаметром менше 8 см після низькоінтенсивних пожеж були незначні (5-10% від їх загальної їх кількості), і досягали 100% після високоінтенсивних. Підрост сосни в куртинах також було пошкоджено під час горіння, частка загиблих екземплярів варіювала від 40 до 100% від їх загального числа в залежності від інтенсивності горіння. Підріст заввишки менше 1 м загинув повністю під час вже самої пожежі.

Незалежно від інтенсивності горіння, лишайниково-моховий покрив на всіх ділянках після пожежі загинув чи деградував. У сосняках на пробних площах, пройдених пожежами середньої та низької інтенсивності, рослинні мікроугруповання збереглися. У сосняках на ділянках, пройдених високоінтенсивною пожежею, межі допожежних рослинних угрупувань було знищено вогнем повністю. Відновлення трав'янисто-чорничниково-брусничникового ярусу шляхом вегетативного розмноження, спостерігалося вже наступного року після пожежі. На місці допожежних бруснично-лишайникових та бруснично-зеленомохових мікроугруповань формувалися брусничні при глибині прогорання підстилки до 4 см. Місця з глибиною прогоряння лісової підстилки понад 4 см заселяли мохи. Формуванню рослинних мікроугруповань зі світлолюбними видами рослин, сприяло розріджування деревного покриву внаслідок відмирання дерев.

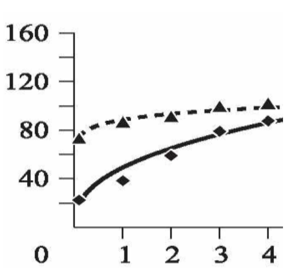
Для лісорослинних умов Перганського ПНДВ характерна більша видова різноманітність, але тут набагато менше мохово-лишайникового покриву в порівнянні з Копищанським ПНДВ. І хоча процес після пожежного відновлення надґрунтової рослинності проходить однаково у цих ПНДВ, проте більша видова різноманітність зберігається в чорнично-брусничних сосняках. Сформована в перші роки після високо інтенсивної пожежі мозаїчна структура трав'яно-чагарникового ярусу збереглася і до теперішнього часу.

При високоінтенсивних пожежах у сосняках, підріст практично загинув повністю, проте вже на наступний рік, з'явилися сходи (до 180 тис. екз./га), хоча у наступні 2-3 роки понад 90% їх також загинуло. Причиною загибелі сходів на нашу думку є зміна температурного режиму, коли денні температури на поверхні ґрунту досягали 27-32 °C, і недостатність ґрунтової вологи. Масова загибель сходів на нашу думку, може бути обумовлена конкуренцією як між сходами, так і з деревостаном, що зберігся, чагарниками і травами, а також знищенням їх мишоподібними гризунами. Але головною причиною зниження життєздатності поновлення сосни звичайної ми вважаємо, це його зараженість фітопатогенами. Післяпожежне відновлення відбувається без зміни порід – сосни з домішкою берези та вільхи. Життєвий стан добрий. Таким чином, початковий етап післяпожежного лісовідновного процесу у соснових насадженнях Перганського та Копищанського ПНДІ Поліського природного заповідника можна визнати задовільним. Післяпожежний моніторинг виявив зміну кількості та структури фітомаси компонентів сосняків. Внаслідок згоряння кількість надґрунтової фітомаси зменшилась, але відмирання дерев сприяло її подальшому нагромадженню. Інтенсивність горіння впливає не тільки на величину відпаду, а й на фітомасу деревного опаду, надходить на поверхню ґрунту. Тісний кореляційний зв'язок кількості деревного опаду з інтенсивністю пожежі (коефіцієнт кореляції 0,94) говорить про об’єктивність наших результатів досліджень.

Післяпожежна структура та накопичення ґрунтової фітомаси залежать від інтенсивності пожежі та тривалості її впливу (рис. 4). Так, її кількість знизилася відразу після пожежі залежно від інтенсивності горіння від 17,6 до 74,1 % щодо до пожежного значення. Після пожеж високої та низької інтенсивності, накопичення ґрунтової фітомаси проходило найбільш інтенсивно у перший рік. Через 2-3 років після високоінтенсивної пожежі її кількість досягла допожежного значення (пробна площа № 6) та надалі її накопичення продовжилося за рахунок відпаду сухостою та розростання надґрунтової рослинності (рис. 4, а). В умовах пробної площі № 11, після високоінтенсивної пожежі, ґрунтова фітомаса досягла свого максимального значення – 74 % від допожежного рівня (рис. 4, б). На цей час відпад дерев припинився і кількість опаду значно зменшилось. У зв'язку з тим, що в лісорослинних умовах Перганського ПНДВ дерева в стані сухостою зберігаються протягом багатьох років і не вивалюються, накопичення фітомаси сповільнилося і регулювалося лише розкладанням мортмаси та розростанням рослинності. Через 3 роки після пожеж низької інтенсивності ґрунтова фітомаса досягла допожежного значення на пробній площі № 7, а в умовах пробної площі № 13 через 3-4 роки її частка становила лише 90% від до пожежної.

а)

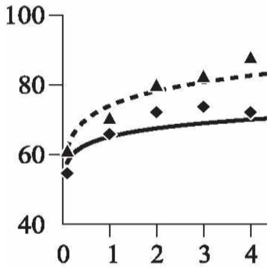
Частка фітомаси, %



Період після пожежі, років

б)

Частка фітомаси, %



Період після пожежі, років

Рис. 4. Динаміка надґрунтової фітомаси після пожеж низької та високої інтенсивності в Копищанському (а) та Перганському (б) ПНДВ Поліського природного заповідника

Фітомаса чагарників і трав за досліджуваний післяпожежний період досягла допожежного стану не на всіх ділянках. Зміни структури та кількості надземної фітомаси, що включає крім ґрунтового покриву деревостани та підріст, особливо контрастні після високоінтенсивної пожежі (рис. 5).

Фітомаса, т/га

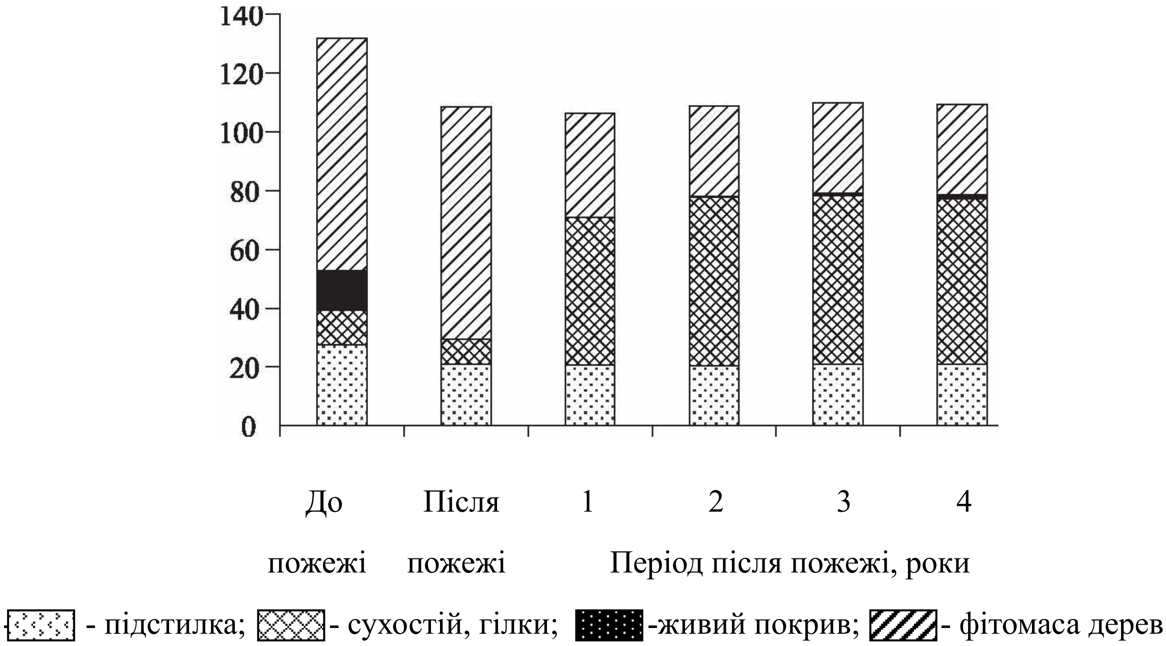


Рис. 5. Зміна структури надземної фітомаси після високоінтенсивної пожежі в умовах Копишанського ПНДВ

Після пожеж низької інтенсивності надземна фітомаса не зазнала значних змін. Фітомаса рослинності в умовах A_{1-2} Перганського ПНДВ знизилась на 6%, порівняно з допожежним значенням після низькоінтенсивної, та на 44 % після високоінтенсивної пожежі, тобто найбільш значна її трансформація сталася після впливу пожежі високої інтенсивності. Подібні процеси постпірогенної трансформації фітомаси властиві також і лісорослинним умовам B_{2-3}.

Дослідження показали, що лісові пожежі впливають на всі компоненти соснового деревостану, але різною мірою, яка визначається інтенсивністю горіння. Слід зауважити, що кількість, тривалість, температура згоряння фітомаси під час лісової пожежі різних видів інтенсивності впливають на такі постпірогенній процеси як трансформацію сукцесій, відпад, міжвидові конкуренції. Встановлено, що об’єми згорання фітомаси під час масштабних лісових пожеж є визначальним фактором для подальшого спрямування сукцесій та природного лісовідновлення в постпірогенній період. Визначено, що постпірогенний, сукцесійно-трансформуючий та лісовідновлюючий процеси є взаємопов’язаними і впливають не лише на формування деревостану лісових екосистем, а й на кліматоутворюючу роль лісів зони Центрального Полісся України. Встановлено, що на темпи післяпожежного накопичення ґрунтової фітомаси також впливає інтенсивність пожежі. Дослідженнями було встановлено, що моделювання постпірогенезу в умовах соснових деревостанів Перганського та Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника, а також проведення наступного моніторингу сукцесій них зміни рослинності, дозволили отримати дані про трансформацію компонентів соснових насаджень після пожеж різної інтенсивності, що в подальшому розкриє практичне значення процесів природного відновлення соснових деревостанів на згарищах.

Висновки.

1. Встановлено, що від інтенсивності та тривалості лісової пожежі залежить кількість згорілої фітомаси в лісорослинних умовах A_{1-2}, B_{2-3} Перганського та Копишанського ПНДВ Поліського природного заповідника.

2. Визначено, що масштабні лісові пожежі в умовах Перганського та Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника призвели як до сукцесійних, так і локальних погодно-кліматичних змін в умовах зони Центрального Полісся і Житомирщини зокрема.

3. Встановлено, що в лісорослинних умовах Перганського та Копищанського ПНДВ лісовідновлення після пожеж різної інтенсивності відбувається задовільно без суттєвої зміни породного складу.

4. Підтверджено, що в умовах Поліського природного заповідника лісові пожежі впливають на післяпопожежну трансформацію фітомаси, накопичення якої визначається кількістю згорілих лісових горючих матеріалів та ступенем пошкодження компонентів лісового насадження.

5. Досліджено, що після масштабних лісових пожеж 2020 року в умовах Перганського та Копищанського ПНДВ відбувається перерозподіл фітомаси рослинності в мортмасу, що особливо різко виражене після пожеж високої інтенсивності.

6. Встановлено, що в умовах Поліського природного заповідника пожежі виникають щороку, тому необхідні подальші детальні дослідження їхнього впливу на компоненти насадження та процеси постпірогенного відновлення лісів зони Центрального Полісся України, що особливо актуально після військової агресії проти України.

Список літератури (References)

1. Базилевич Н. І., Титлянова А. А. Методи вивчення біологічного кругообігу в різних природних зонах. К.: Либідь, 2023. 185 с. [Bazylevych N. I., Tytlianova A. A. (2023). Methods for studying biological cycles in various natural zones. Kyiv, Lybid, 185 p.] (in Ukrainian).

2. Бобкова К. С., Ситник В. В. Вміст вуглецю і калорійность органічної речовини в лісових екосистемах зони Центрального Полісся України. Екология. 2022. № 1. С. 69–71.

[Bobkova K. S., Sytnyk V.V. (2022). Carbon content and caloric content of organic matter in forest ecosystems of the Central Polissya zone of Ukraine. Ekolohyia. № 1. P. 69–71] (in Ukrainian).

3. Брянський С. В., Прокопчук В. Ф. (2023). Формування лісових підстилок в суборових лісах Полісся України. Збірник наукових праць УкрНДІЛГА України. № 2. С. 100–107. [Brianskyi S. V., Prokopchuk V. F. (2023). Formation of forest litter in subor forests of Polissya, Ukraine. Collection of scientific papers of the Ukrainian research institute of forestry and forest melioration named after H. M. Vysotsky of Ukraine. 2023. No. 2. pp. 100–107] (in Ukrainian).

4. Ведрова О. Ф. (2022). Інтенсивність деструкції органічної речовини лісових грунтів в природних лісових екосистемах Центрального Полісся України. Грунтознавство. № 8. С. 173–182. [Vedrova O. F. (2022). Intensity of destruction of organic matter of forest soils in natural forest ecosystems of Central Polissia of Ukraine. Soil Science. No. 8. pp. 173–182] (in Ukrainian).

5. Ведрова О. Ф. (2022). Біогенні шляхи вуглецю в бореальних лісах природно-заповідного фонду України. Біологічний журнал. № 1. С. 77–89. Vedrova O. F. (2022). Biogenic carbon pathways in boreal forests of the nature reserve fund of Ukraine. Biological Journal. No. 1. pp. 77–89] (in Ukrainian).

6. Волокітіна А. В. (2023). Методичні аспекти характеристики лісових ділянок після пожеж. Агроекологія. № 3 (31). С. 84–98. [Volokitina A. V. (2023). Methodological aspects of the characteristics of forest areas after fires. Agroecology. No. 3 (31). pp. 84–98] (in Ukrainian).

7. Dixon R. K., Brown S., Houghton R. A., Solomon A. M., Trexler M. C., Wisniewski J. (2020). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. Science. V. 263. P. 185–190.

8. Евдокіменко М. Д. (2021). Запаси вуглецю в органічній речовині постпірогенних сосняків Полісся України. Збірник наукових праць УкрНДІЛГА України. Вип. №5. С. 3–13. [Evdokimenko M. D. (2021). Carbon reserves in organic matter of post-pyrogenic pine forests of Polissya, Ukraine. Collection of scientific papers of the Ukrainian research institute of forestry and forest melioration named after H. M. Vysotsky of Ukraine. Issue № 5. pp. 3–13] (in Ukrainian).

9. Жила С. В., Іванова Г. А., Кукавська Е. А. (2020). Трансформація біомаси надґрунтового покриву під впливом пожеж в соснових лісах Полісся України. Вісник ДБУ. № 3. С. 33–38. [Zhyla S. V., Ivanova H. A., Kukavska E. A. (2020). Transformation of aboveground biomass under the influence of fires in pine forests of Polissya, Ukraine. Bulletin of the State Biotechnological Universit of Ukraine. No. 3. pp. 33–38] (in Ukrainian).

10. Конард С. Г. (2020). Оцінка та моніторинг впливу пожеж на емісію вуглецю та компоненти лісових екосистем природно-заповідного фонду України. Наук. прац. УкрНДІЛГА України. 687 с. [Konard S. H. (2020). Assessment and monitoring of the impact of fires on carbon emissions and components of forest ecosystems of the nature reserve fund of Ukraine. Collection of scientific papers of the Ukrainian research institute of forestry and forest melioration named after H. M. Vysotsky of Ukraine. 687 s.] (in Ukrainian).

11. Куделя Г. А., Заварзін С. А., Благодатський В. Н. (2021). Шляхи вуглецю в надземних екосистемах України. Київ. Наука, 315 с. [Kudelia H. A., Zavarzin S. A., Blahodatskyi V. N. (2021). Carbon pathways in aboveground ecosystems of Ukraine. Kyiv: Nauka, 315 p.] (in Ukrainian)

12. Levchenko V. B., Shulga I. V., Zalevky R. A., Bezverkha L. M. (2021). Influence of climatic conditions on the state of fire hazard in forest edatopas of Zhytomyr Oblast Department of Forestry and Hunting and forecast of changes in climatic conditions for the period up to 2050. Innovative solutions in modern science. № 8 (27). Dubai-2018. p. 27–53.

13. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biologikalmetods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions

of the Pergan nature cjnservation research department of Poliska nature reserve. S. 76-94. https://doi.org/10.26886/2520-7474.

14. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchylo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Belska O. V. Forest pathological monitoring of pine stands in the conditions of the Pergans scientific and research nature protection department Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science № 3(55), 2022. DOI 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2. P. 18-62. (in Ukrainian).

15. Lai R. (2021). Forest soils and carbon sequestration. Biological. V. 220. P. 242–258.

16. Пачаури Р. К., Райзінгер А. (2021). Вивчення клімату. Узагалюнююча доповідь. Внесок робочої групи I, II, III в Четверту доповідь про оцінку Міжурядової групи експертів по вивченню клімату. К. Нукова: думка, 104 с. [Pachaury R. K., Raizinher A. (2021). Climate Studies. Summary Report. Contribution of Working Groups I, II, III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Kyiv: Nukova Dumka, 104 p. (in Ukrainian).

17. Родін Л. Е., Ремезов М. П., Базілевич М. І. (2022). Методичні вказівки щодо проведення досліджень динаміки та біологічного кругообігу азоту у фітоценозах. К.: Наука, 143 с. [Rodin L. E., Remezov M. P., Bazilevych M. I. (2022). Methodological guidelines for conducting research on the dynamics and biological cycle of nitrogen in phytocenoses. Kyiv: Nauka, 143 p.] (in Ukrainian).

18. Santin C., Doerr S. H., Preston C. M., Gonzalez-Rodriguez G. (2022). Pyrogenic organic matter production from wildfires: A missing sink in the global carbon cycle. Glob. Ch. Biol. V. 21. P. 161–173.

19. Schonhar S. (2021). Bekampfung der Rotfaule bei Fichte. Dortmund, AFZ/Wald, 100.

20. Wang W., Zhang X., Tao N., Ao D., Zeng W., Qian Y., Zeng H. (2020). Effects of litter types, microsite and root diameters on litter decomposition in Pinus sylvestris plantations of northern China. Plant Soil. V. 374. P. 677–688.

21. Zibtsev S. (2010). Ukraine forest fire report. International Forest Fire News (IFFN), 40, P. 61–75.

V. B. Levchenko[1], I. D. Ivanyuk[1], O. V. Belska[2]

[1]Malyn Applied College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine

[2]State institution "Zhytomyr Regional Phytosanitary Laboratory", Zhytomyr, Ukraine

TRANSFORMATION OF PINE STANDS IN THE POST-PYROGENIC PERIOD NATURE PROTECTION RESEARCH DEPARTMENTS POLISKY NATURE RESERVE

Abstract. *Urgent issues of the forest pathological condition of the common post-pyrogenic period pine in the conditions of the Polissky nature reserve are revealed. The impact of forest fires of different intensity on pine stands and post-fire successions was analyzed. It was established that significant post-pyrogenic changes in the pine stands of the Polissky nature reserve were detected after the 2020 fires of particularly high intensity. A correlation was found between the number of fallen trees in pine stands and the intensity of forest fires. Post-pyrogenic monitoring was carried out and evaluated after fire successions in the conditions of environmental protection research departments. Changes in the species composition and structure of the above-ground grass cover in forest vegetation conditions* $A_{1\text{-}2}$, $B_{2\text{-}3}$, *as well as the natural renewal of Scots pine stands after large-scale forest fires in 2020 were analyzed. The dependence of the amount of burned phytomass on the intensity and duration of forest pyrogenesis in the forests of the Polissky nature reserve was* *established. It has been proven that as a result of large-scale forest fires in 2020 in the conditions of nature protection research departments of the Polissky nature reserve, the amount of above-ground phytomass due to the impact of low-intensity forest fires decreased by 12 - 15%, and from high-intensity forest fires by 70,2-73,4%, depending on forest vegetation conditions. It was established that the largest amount of accumulation of above-ground phytomass occurs in the first 2-3 years after large-scale forest fires. It has been proven that the greatest intensity of tree death due to thermal effects and fire subsoil on the border of active forest fire centers is observed in the first 2-3 years. It was established that as a result of tree fall in the post-pyrogenic period, the dead mass (litter, knots, fallen trees) after high-intensity fires increased 3 times or more. It has been studied that after large-scale forest fires of high intensity in the pine stands of the Polissky nature reserve, the above-ground phytomass of vegetation is redistributed into dead mass. The dependence of the accumulation of above-ground phytomass on the intensity of a forest fire and the time of post-pyrogenic exposure was established and proved for the conditions of both the Polissky nature reserve and the Central Polissia zone of Ukraine. Based on the results of the pre-fire monitoring of the pine forests of the Polisky nature reserve, the intensity of pyrogenesis, the conducted research makes it possible to predict the degree of impact of forest fires of different intensity on forest components, post-pyrogenic succession and recovery of the pine forests of the Polisky nature reserve.*

Key words: *forest, reserve, monitoring, pyrogenesis, succession, waste, forecast, mortuary, transformation.*